



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Tecnología Electrónica

PROYECTO FIN DE CARRERA

**ESTUDIO E IMPLANTACION DE UN SISTEMA  
DE ILUMINACIÓN TIPO LED EN EL MUSEO  
CASA LIS DE SALAMANCA**

Autor: DAVID ALAPONT AJO

Tutor: JOSÉ ISIDRO SANTOS GARCÍA

(Departamento de Tecnología Electrónica)

PEDRO BÁRCENA BERGER

(Ecoled Desarrollos)

Leganés, Junio de 2015



Título:

Autor:

Director:

## EL TRIBUNAL

Presidente: \_\_\_\_\_

Vocal:  
\_\_\_\_\_

Secretario:  
\_\_\_\_\_

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día \_\_ de \_\_\_\_\_  
de 20\_\_ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de  
Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



# Agradecimientos:

Gracias a todos aquellos que me han ayudado a llegar hasta aquí, y en especial a mi familia.

También quería agradecer a Pedro Bárcenas que me diera la oportunidad de realizar este proyecto tras finalizar mis prácticas en Ecoled Desarrollos y a mi tutor José Isidro Santos por su paciencia y dedicación.

## RESÚMEN

El Museo Art Nouveau y Art Déco Casa Lis de Salamanca implantará un proyecto de mejora de eficiencia energética con el fin de reducir su consumo de luz y mejorar los sistemas de conservación y exposición de sus colecciones. Para ello, se sustituirán las actuales luminarias de la Casa Lis (halógenos, incandescentes y halogenuros, entre otros) por iluminación LED, intervención que supondrá un gran ahorro de costes, así como la notable mejora en la exhibición y conservación de las piezas.

Todo ello se llevará a cabo bajo unos parámetros máximos recomendados con el fin de buscar un equilibrio entre las necesidades de conservación de las obras exhibidas y el confort visual del museo.

El ahorro que se producirá en el gasto de luz en la Casa Lis en los próximos años permitirá sufragar la mayor parte del coste del proyecto.

Dicho proyecto se llevará a cabo a través de la empresa ECOLED DESARROLLOS, la cual presta Servicios de Ingeniería orientada al sector energético, más concretamente, en el ámbito de la eficiencia energética y cuyo compromiso con la sostenibilidad tiene como objetivo reducir la huella climática de sus clientes. Se trata de una de las empresas pioneras en España en la aplicación de la tecnología LED para dar todo tipo de soluciones, siendo expertos en esta materia.



# ÍNDICE

## ➤ **CAPÍTULO 1: MEMORIA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

#### **2.2 MEJORA CONSERVACIÓN**

#### **2.3 MEJORA ILUMINACIÓN**

### **3. DESCRIPCIÓN DEL MUSEO Y SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

#### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

#### **3.3 DISTRIBUCIÓN DEL MUSEO**

#### **3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO**

### **4. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 NORMATIVA APLICABLE**

#### **4.2 CONSERVACIÓN E ILUMINACIÓN DE LAS OBRAS**

##### **4.2.1 CANTIDAD DE LUZ**

##### **4.2.2 DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LA LUZ**

##### **4.2.3 COMPOSICIÓN DE LA OBRA**



## **5. MEDICIONES REALIZADAS**

## **6. AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA ILUMINACIÓN**

## **7. PROPUESTA EQUIPOS CON TECNOLOGÍA LED**

## **8. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD**

## **9. HUELLA ECOLÓGICA**

## **10. ESTUDIO ENERGÉTICO**

### **10.1 CONSIDERACIONES PREVIAS**

### **10.2 CONSUMOS**

10.2.1 Año 2010

10.2.2 Año 2011

10.2.3 Año 2012

### **10.3 CONSUMOS DE POTENCIA**

### **10.4 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS**

10.4.1 CONSUMOS ANUALES

10.4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE NOVIEMBRE 2012

10.4.3 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE DICIEMBRE 2012

10.4.4 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERO 2012

10.4.5 AHORROS ESTIMADOS PARA 2013

## **11. CONCLUSIONES**

### **11.1 VITRINAS**

### **11.2 ZONAS DE EXPOSICIÓN**



### 11.3 GENERAL

## 12.ANEXOS

### ANEXO 1: FUNDAMENTOS Y SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

- I. GLOSARIO DE DEFINICIONES TÉCNICAS
- II. FUENTES DE ILUMINACIÓN
- III. TECNOLOGÍA LED
- IV. VENTAJAS LED

### ANEXO 2: TABLAS DE MEDIDAS

### ANEXO 3: LISTADO DE LÁMPARAS SUSTITUIDAS

### ANEXO 4: CONSUMO ENERGÉTICO: FACTURAS ESTUDIADAS

### ANEXO 5: CATÁLOGO LÁMPARAS LED

### ANEXO 6: BIBLIOGRAFÍA

#### ➤ CAPÍTULO 2: PLANOS

#### ➤ CAPÍTULO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

#### ➤ CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO



# **CAPÍTULO 1: MEMORIA**



# 1. INTRODUCCIÓN

Dos de los retos principales del mundo actual son, sin duda, el agotamiento gradual de la energía y el deterioro sistemático del medio ambiente. La mayoría de los países han elaborado normativas y políticas para regular y planificar como hacer frente a estos retos, todas ellas priorizan el ahorro energético y la reducción de residuos.

El fomento de la eficiencia energética constituye una parte importante del conjunto de políticas y medidas necesarias para el cumplimiento de los compromisos del Protocolo de KYOTO. En ese sentido, la Unión Europea aprobó la Directiva 93/76CEE y posteriormente la 2002/91/CE en la que obliga a los Estados miembros a fijar requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos y para grandes edificios existentes que se reformen.

El uso de la energía tiene un impacto decisivo en nuestro medio de vida, nuestra economía familiar, sobre la economía del país y el medio ambiente, el cual será diferente según utilicemos un tipo de fuente de energía u otro y la forma en que la consumamos.

Este consumo de energía es responsable del 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera. Además, los equipos de iluminación con las tecnologías tradicionales actuales (incandescencia, fluorescencia, descarga de vapor de sodio, de mercurio, con halogenuros, etc.) generan enormes cantidades de residuos, muchos de ellos tóxicos y peligrosos.

En este escenario, es necesario potenciar el uso de las tecnologías más eficientes energéticamente y más amigables con el medio ambiente. La mejora de la eficiencia de los equipos de iluminación producirá significativos ahorros energéticos, con la consiguiente reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Adicionalmente la aplicación de nuevas tecnologías de iluminación que no empleen materiales contaminantes y reduzcan la cantidad de residuos contribuirá igualmente a la reducción del deterioro medioambiental.

En este sentido la tecnología led es la fuente de iluminación más ecológica del siglo XXI, sobre todo en los que respecta al ahorro de energía y a la protección ambiental y por lo tanto desempeñará un papel fundamental en el campo de la iluminación en el futuro inmediato.

## 2. OBJETIVOS

El objeto de este proyecto es estudiar e implantar un nuevo sistema de iluminación tipo led en el Museo Casa Lis de Salamanca. Para ello se va a enfocar el proyecto hacia 3 objetivos principales:

### 2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se pretende realizar una auditoría energética de la iluminación, consistente en un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos de la instalación que nos ocupa, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico.

En particular, la auditoría nos permitirá:

- Conocer la situación energética actual, así como la eficiencia y calidad de los equipos instalados (nivel de luz, reproducción cromática, etc.)
- Inventariar el número y tipo de lámparas existentes, tomando datos de modelo, casquillo, color, situación, vatios, horas de uso y control.
- Realizar mediciones de los principales parámetros eléctricos, térmicos y lumínicos.
- Analizar las posibilidades de mejora: potenciales de ahorro energético, posibilidad ahorro en mantenimiento, incremento calidad del alumbrado.
- Proponer las soluciones de renovación: cambio lámpara, equipo, sistema de control, luminaria...

Una vez que se conocen los ahorros estimados que se pueden conseguir a partir de las mejoras propuestas, resulta interesante conocer los ahorros en emisiones de  $\text{CO}_2$  que supondría la implantación de dichas medidas como un valor añadido importante a la implantación de dichas medidas, es lo que llamaremos *huella ecológica*.

## 2.2 MEJORA EN LA CONSERVACIÓN

El museo conserva los bienes culturales con el objetivo de garantizar su transmisión a las generaciones futuras. Esta función es una finalidad imprescindible y justifica en sí misma la existencia del museo.

Lo primero que se debe tener en cuenta a la hora de exponer una obra ante el público, son las condiciones ambientales a las que la obra va a ser sometida y realizar un exhaustivo control de las mismas, para evitar posibles riesgos de deterioro. Dentro de estas condiciones a las que se va a someter la obra expuesta, está la luz, por lo que se deben considerar los aspectos cualitativos de la iluminación que van a influir en este proceso, para actuar sobre los mismos.

Los agentes deteriorantes producidos por la luz son dos, el efecto fotoquímico y el efecto térmico.

La luz cuenta con una parte de radiación electromagnética que va acompañada de otras radiaciones no visibles. La radiación no visible por encima de los 760  $\mu\text{m}$  de longitud de onda, o radiación infrarroja (IR), se caracteriza por los efectos térmicos que produce y las consecuentes reacciones físicas y químicas que puede ocasionar. En otro extremo, las radiaciones de longitud de onda inferior a los 400  $\mu\text{m}$ , o la radiación ultravioleta (UV), poseen energía suficiente para ocasionar reacciones químicas en los materiales más inestables, principalmente pigmentos y sustancias de origen orgánico.

Ambos tipos de radiación no visible han de ser controladas de forma que la radiación IR no eleve la temperatura de los objetos, ni afecte a la temperatura y humedad del aire, y la radiación UV no supere los 75  $\mu\text{W/lumen}$ .

La radiación visible (luz) comprendida entre los 400 y los 760  $\mu\text{m}$  lleva asociada una energía que produce efectos fotoquímicos sobre ciertos materiales, aunque de manera irregular a lo largo del espectro de radiación, y dependiendo de las moléculas sobre las que incide.

Para controlar estos factores y evitar el posible deterioro de las obras de arte, han de usarse lámparas de espectro de emisión adecuado y se han de adoptar unos niveles de iluminación de referencia que detallaremos más adelante.

En consecuencia, para preservar las obras de arte frente a la luz, se deben controlar los siguientes factores:

- Eliminar los **componentes espectrales** dañinos asociados a la luz (UV, IR) que no inciden en el proceso de la visión.
- No sobrepasar los **niveles de iluminación** recomendables por el Consejo Internacional de Museos (ICOM): 50 lux en objetivos sensibles y de hasta 200 lux en los moderadamente sensibles.
- Regular el flujo de los sistemas de iluminación, de modo que resulte sencillo el control de la iluminación.
- El control del **tiempo** de exposición. Los efectos fotoquímicos son acumulativos, por lo que el nivel de iluminación y el tiempo de exposición se relacionan inversamente, de forma que cuanto mayor sea la iluminación menor ha de ser el tiempo de exposición y viceversa.

Es aquí donde la tecnología led juega un papel importante, ya que el led transforma la mayor parte de la energía recibida en luz visible, por lo que no emite radiaciones infrarrojas o ultravioletas, y la emisión de calor es mínima, consiguiendo que los productos iluminados no se deterioren con el tiempo ni se vean afectados por el calor.

## 2.3 MEJORA DE LA ILUMINACIÓN

Sin iluminación nada es visible y una iluminación demasiado fuerte ciega y amenaza la integridad del mundo físico.

Entre estos dos extremos se sitúa el vasto margen de maniobra del proyecto.

La luz natural es considerada como la fuente luminosa más apropiada para dar justicia a los colores, así como a las formas. Es por esta razón que, la utilización de la luz natural juega un rol principal en los museos, las galerías de arte y otros lugares de exposición. Pero al tratarse nuestro museo de un espacio cerrado con multitud de salas para la exposición de sus obras, debemos centrarnos en la luz artificial.

Existen dos tipos principales de iluminación protagonista de las obras de arte: fuentes difusas y puntuales.

- **Fuentes difusas:** su cometido es bañar las superficies sobre las cuales se colocan las obras de arte. Por esta razón, es de uso prácticamente generalizado la utilización de fuentes fluorescentes tubulares y compactas, incrementándose el uso de luminarias con ópticas asimétricas que permiten una distribución más amplia sobre las obras creando superficies homogéneas a lo largo de toda el área.

En diversos casos, es solamente lo que se necesita para iluminar, en otros, se requiere de fuentes focalizadas o puntuales.

- **Fuentes puntuales:** su función básica es crear el énfasis necesario para darle protagonismo a la obra e incorporar valores cromáticos más definidos para ciertos objetos. Se basa fundamentalmente en el uso de proyectores, que pueden estar colocados en raíles electrificados o empotrados, con lámparas incandescentes de tipo PAR o halógenas de todo tipo. Mediante un cuidadoso estudio de los haces de luz, posicionando proyectores de radiación extensiva combinados con intensivos, se crea una atmósfera ideal para iluminar de forma óptima los detalles y conseguir una correcta percepción de las obras.

En tecnología led contamos con una amplia gama de soluciones de este tipo en diferentes potencias y temperaturas de color que serán elegidas a criterio del propio museo tras la realización de diversas pruebas para una mejora del confort visual tanto de las obras exhibidas como del museo en general.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y SITUACIÓN ACTUAL

En este apartado se realizará una visión global del museo para familiarizarse con el mismo, así como conocer cuáles son las características de las instalaciones de alumbrado actualmente.

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

El museo de Art Deco y Art Nouveau de Salamanca está situado en la calle Gibraltar, 14 de Salamanca, en el edificio Casa Lis. Se encuentra al lado del río Tormes, a su paso por el puente romano, en frente del museo de automoción.



Ilustración 1: Localización del museo

#### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La Casa Lis es un palacete urbano enclavado sobre la antigua muralla de la ciudad de Salamanca mandado construir por D. Miguel de Lis (1855-1909), uno de los cien mayores contribuyentes de la ciudad en la época. Definido como una persona hábil para los negocios y trabajador infatigable, su carácter “moderno” se puede apreciar en la concepción de su nueva vivienda.

El encargado de llevar a cabo este proyecto fue Joaquín de Vargas y Aguirre (1857-1935), natural de Jerez de la Frontera, que desembarcó en Salamanca para ocupar la plaza de arquitecto provincial.



Las características del solar sobre el que se edificó la Casa Lis, irregular, enclavado sobre una muralla y con un fuerte desnivel en su lado sur, hubiesen podido ser limitaciones en un primer momento, si bien son resueltas por Joaquín de Vargas de forma magistral. Vargas organiza toda la vivienda en torno a un patio interior que sirve para distribuir las estancias y diseña una fachada construida con hierro y vidrio siguiendo los preceptos de la arquitectura industrial. Para salvar el desnivel existente hasta llegar al actual paseo del Rector Esperabé, idea una escalera que permite crear unas terrazas ajardinadas y una gruta cubierta de rocalla que aligera el conjunto. El resultado es uno de los pocos ejemplos de arquitectura industrial empleada para uso residencial, único por su espectacularidad y por la audacia arquitectónica con que Vargas fue capaz de resolver los condicionantes del proyecto.



**Ilustración 1: Orígenes del Museo**

Su fachada norte es uno de los pocos ejemplos de arquitectura modernista que podemos encontrar en Salamanca. Construida en piedra y ladrillo, destaca su puerta de acceso y sus verjas de hierro de estética Art Nouveau.

La construcción de la Casa Lis debió de ser rápida, en 1905 se reconstruye la fachada norte y en 1906 se inaugura la vivienda. En el interior, la casa contaba con habitaciones para el verano y para el invierno, las primeras en la planta baja y las segundas, en el principal. Entre otras dependencias contaba con despacho, comedores, oratorio, sala de baños con agua fría y caliente, varios salones e invernadero. La vivienda se iluminaba con luz eléctrica y la decoración era de gusto modernista con vidrieras artísticas en la galería del patio, las puertas y la claraboya de la escalera principal.

La casa-palacio cambió de propietarios en 1917, cuando D. Enrique Esperabé de Arteaga (1869-1966), futuro rector de la Universidad de Salamanca, se muda aquí junto a su familia. Después, la Casa Lis fue habitada por diversos inquilinos hasta que en los años setenta, cerrada y sin uso, comienza un periodo de decadencia y degradación.

En 1981, el Ayuntamiento de Salamanca, consciente del valor del inmueble, inició un expediente de expropiación que logró salvar la de la ruina y actualmente el edificio es la sede del Museo Art Nouveau y Art Déco.



Ilustración 3: El Museo en la actualidad

El Museo es en esencia un museo de artes decorativas que propone un recorrido temporal que abarca desde las últimas décadas del siglo XIX hasta la II Guerra Mundial.

A través de sus diecinueve colecciones el recorrido por sus salas muestra al visitante la producción de los talleres europeos de artes decorativas de los periodos Nouveau y Déco. Joyería, vidrios iridiscentes, piezas de la escuela de Nancy, muebles, porcelanas son el grueso de las obras que se pueden ver en el museo, aunque si hay que destacar alguna, es la colección de muñecas de porcelana francesas del s. XIX, que ha sido definida por los expertos como la mejor colección expuesta al público a nivel mundial, o la muestra de criselefantinas, pequeñas esculturas que combinan el metal para las vestimentas y el marfil para las partes desnudas del cuerpo como la cara o las manos y que se han convertido en icono del Art Déco.



Ilustración 4: Patio central



### 3.3 DISTRIBUCIÓN DEL MUSEO

El museo consta de diferentes salas repartidas en 2 plantas, que se sitúan en torno a un patio central cerrado mediante una gran vidriera emplomada.

También cuenta con una cafetería, una tienda y un piso añadido sobre un garaje anexo donde se instalan las oficinas. Su distribución es la siguiente:

- **Planta Baja:** Sala Laliq, Sala Lagar, Sala Criselefantinas - Preiss, Sala Criselefantinas -Chiparus, Sala de Exposiciones Temporales, Galería Sur, cafetería, Terraza sobre la muralla, tienda y aseos.



Ilustración 5: Planta baja

- **Planta Primera:** Sala Circo, Sala Muñecas Alemanas, Sala Muñecas Francesas, Sala Bellezas Baño, Sala Hagenauer, Sala Caracteres, Sala Bronces, Sala Joyas, Sala Abanicos, Sala Vidrios Modernistas, Sala Gallé, Sala de mobiliario, Galería Sur y aseos.

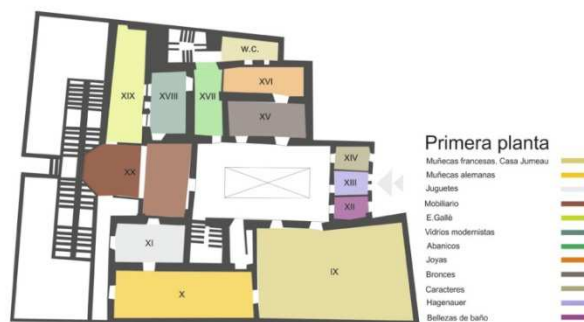


Ilustración 6: Primera planta

- **Planta Bajo Cubierta:** Zona administrativa y dirección, zona talleres y vestuarios de Servicio, aseos administración, aseos talleres, escalera de servicio, pasillo de instalaciones + torres de instalaciones, focos sobre lucernario, patio central y focos sobre lucernarios escaleras.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

A continuación se describe la iluminación de cada uno de los espacios del edificio.

**ILUMINACIÓN EXTERIOR:** El alumbrado exterior está formado principalmente por apliques y farolas clásicas de tres brazos con luminarias esféricas tipo globo. Las lámparas utilizadas son incandescentes de 80 W de potencia y su encendido está limitado a 5 horas al día por célula crepuscular, pero que en la práctica no se utiliza, por lo que su encendido es manual.

La iluminación exterior monumental está financiada por el Ayuntamiento de Salamanca.



Ilustración 7: Iluminación exterior

**RECEPCIÓN:** La entrada al museo está iluminada con tubos fluorescentes T8 de 60 y 150 cm ocultos en techo, que permanecen encendidos las 24 horas del día. Al lado se encuentra la sala de control, donde, entre otras cosas, se lleva a cabo el control de la iluminación de todo el edificio.

**PATIO:** El patio central cuenta con un lucernario que cubre una gran vidriera, lo que proporciona una importante fuente de iluminación diurna. Además, dicho lucernario, cuenta con focos halógenos de 165 W que están encendidos 5 horas al día.

La parte baja y alta del patio dispone de rieles de iluminación en los que se van alternando bañadores de pared con lámparas halógenas, y focos normales de bajo consumo para la iluminación de acento.

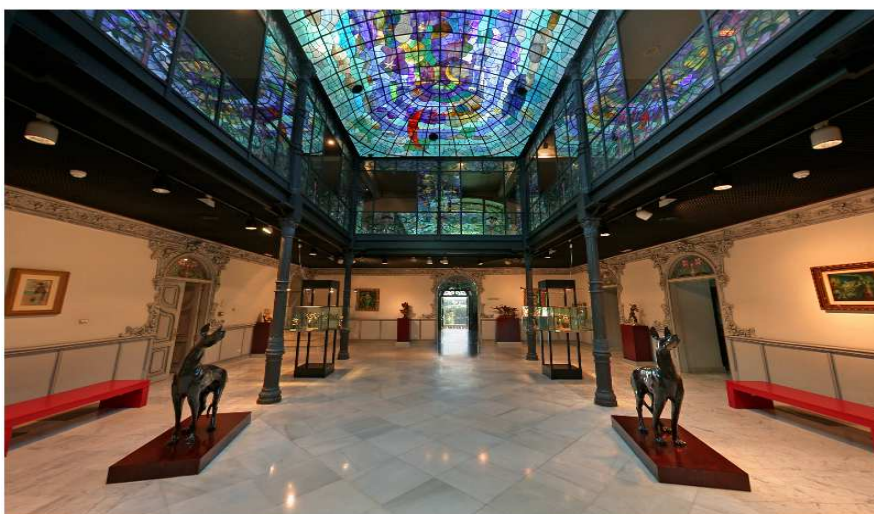


Ilustración 8: Iluminación patio

**SALAS DE EXPOSICIÓN:** Se diferencia en todas las salas dos tipos de iluminación.

- **Iluminación techo:** Compuesta por tubos fluorescentes T8 de 60 y 120cm con temperatura de color fría, ocultos en techo abovedado o rectangular, según sala. Aunque también encontramos rieles en salas puntuales donde se exponen cuadros o esculturas.



Ilustración 9: Iluminación techo

- **Expositor:** Todas las vitrinas cuentan con iluminación general por luz fluorescente de tipo cálida y 60 cm de longitud, e iluminación puntual con halógenos MR16. También encontramos alguna vitrina que cuenta con un tipo de iluminación en prueba de fibra óptica.



Ilustración 10: Iluminación vitrinas

Además, las salas cuyas vidrieras dan a la fachada exterior, disponen de iluminación monumental interior con tubos fluorescentes ocultos de 120 cm.

**CAFETERÍA:** Distinguimos diferentes tipos de iluminación de acuerdo a la distribución de la barra y las mesas. Tubos fluorescentes T8 de 120cm, lámparas de pie con bombilla incandescente y apliques de pared con halógenos o bajo consumo.

**TIENDA:** En este recinto predominan halógenos de diferentes potencias, y bajo consumo. Encontramos halógenos MR16 en los expositores, focos en el escaparate y repartidos por la tienda bañadores de pared junto con focos de bajo consumo sobre rieles.

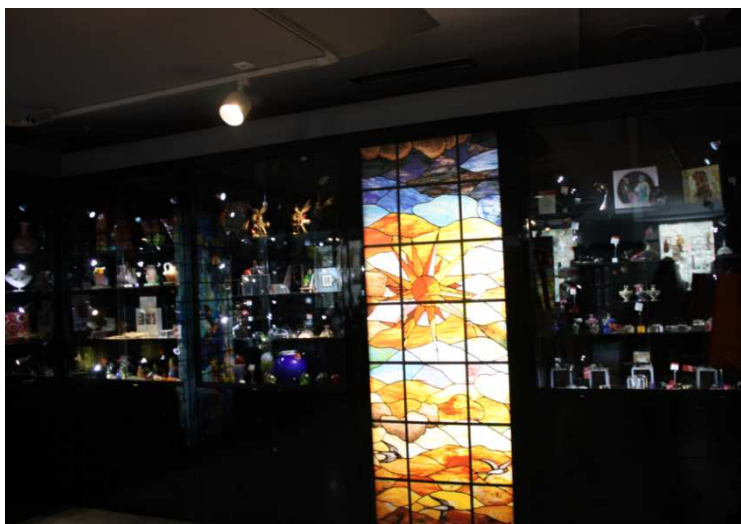


Ilustración 11: Iluminación expositores tienda

**ASEOS:** La iluminación se garantiza mediante lámparas de bajo consumo empotradas en techo y tubos fluorescentes T8 de 60 cm encima de los espejos para aumentar la iluminación en esta zona. En cada aseo hay instalados interruptores convencionales.

**ZONA ADMINISTRATIVA Y TALLERES:** Predomina la fluorescencia y las luminarias son de dos tipos: empotradas en techo de 4x120 con difusor o pantallas estancas de superficie 2x120.



Ilustración 12: Iluminación planta bajo cubierta

## 4. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES

Una vez definido nuestro edificio y sus instalaciones de alumbrado, es necesario especificar la normativa exigida que permite cumplir con los requisitos mínimos que satisfacen las necesidades de confort, prestaciones visuales y seguridad.

### 4.1 NORMATIVA APLICABLE

El Código Técnico de Edificación es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.

Esta norma de referencia para la construcción afecta a la iluminación de edificios en varios aspectos que se recogen en las siguientes secciones del Código:

#### SU 4 – Seguridad frente al riesgo derivado de la iluminación inadecuada

Dentro de esta sección se recogen los niveles mínimos de alumbrado normal en zonas de circulación, medidos a nivel del suelo. Sin ser estos especialmente elevados, sí suponen un incremento respecto a la práctica habitual. Para el caso de iluminación interior y circulación exclusiva de personas nos encontramos con los valores de 75 lux para escaleras y 50 lux para el resto de zonas como valores de iluminación mínima.

SU4	ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN			DB-SU4
NIVEL DE ILUMINACIÓN MÍNIMA	EXTERIOR	Exclusiva para personas	Escaleras	10 lux
			Resto de zonas	5 lux
		Para vehículos o mixtas		10 lux
		Factor de uniformidad media		40%
	INTERIOR	Exclusiva para personas	Escaleras	75 lux
			Resto de zonas	50 lux
		Para vehículos o mixtas		50 lux
		Factor de uniformidad media		40%

Tabla 1: Parámetros exigidos por DB SU-4 en las zonas de circulación



### HE 3 – Eficiencia energética en instalaciones de iluminación

Tiene como objetivo conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios. Su ámbito de aplicación es el siguiente:

- a) Edificios de nueva construcción;
- b) Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada;
- c) Reforma de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente contando con un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como un sistema de iluminación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en aquellas zonas donde se reúnan unas condiciones adecuadas.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona se determina mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Siendo:

*P*: potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W)

*S*: superficie iluminada (m<sup>2</sup>)

*E<sub>m</sub>*: Iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán según el uso de la zona:

- Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiera transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel e iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.
- Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

En la siguiente tabla se muestran dichos valores:

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 Zonas de no representación	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	zonas comunes (1)	4,5
	aparcamientos	5
	administrativo en general	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4
	habitaciones de hospital (3)	4,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	espacios deportivos (5)	5
	andenede estaciones de transporte	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 Zonas de representación	zonas comunes (1)	10
	estaciones de transporte (6)	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	administrativo en general	6
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio y espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	hostelería y restauración (8)	10
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	tiendas y pequeño comercio	10
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	recintos interiores asimilables a Grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Tabla 2: Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Se tendrá que comprobar que el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, no supere los valores límites indicados.



### **Norma UNE 12464-1: Iluminación de los lugares de trabajo en interior**

Esta Directiva impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio, entre las que se encuentra la iluminación.

Pero no debe olvidarse que junto con el deseo de ahorrar energía coexiste la obligación de satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo niveles suficientes sino satisfactorios de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo.

Dentro de confort visual están englobados parámetros tales como iluminancia mantenida ( $E_m$ ), índice de deslumbramiento unificado (UGR) e índice de reproducción cromática (Ra).

La siguiente tabla muestra los parámetros recomendados por la norma en lugares de pública concurrencia:

## Tabla de Lugares de pública concurrencia

### 1. Areas comunes

Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.1	Halls de entrada	100	22	80	- UGR sólo si es aplicable
1.2	Guardarropas	200	25	80	
1.3	Salones	200	22	80	
1.4	Oficinas de taquillas	300	22	80	

### 2. Restaurantes y hoteles

2.1	Recepción, caja, conserjería, buffet	300	22	80	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante</li> <li>- El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmósfera apropiada</li> <li>- El alumbrado debería ser controlado</li> <li>- Niveles inferiores aceptables durante la noche</li> </ul>
2.2	Cocinas	500	22	80	
2.3	Restaurante, comedor, salas de reuniones...	-	-	80	
2.4	Restaurante autoservicio	200	22	80	
2.5	Sala de conferencias	500	19	80	
2.6	Pasillos	100	25	80	

### 3. Teatros, salas de conciertos y salas de cines

3.1	Salas de ensayo, camerinos	300	22	80	- La iluminación de espejos para maquillaje debe estar libre de deslumbramientos
-----	----------------------------	-----	----	----	----------------------------------------------------------------------------------

### 4. Ferias, pabellones de exposiciones

4.1	Alumbrado general	300	22	80	
-----	-------------------	-----	----	----	--

### 5. Museos

5.1	Obras exhibidas insensibles a la luz				- La iluminación es determinada por los requisitos de presentación
-----	--------------------------------------	--	--	--	--------------------------------------------------------------------

### 5. Museos (continuación)

Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
5.2	Obras exhibidas sensibles a la luz				<ul style="list-style-type: none"> <li>- La iluminación es determinada por los requisitos de presentación</li> <li>- La protección contra radiación dañina es imprescindible</li> </ul>

### 6. Bibliotecas

4.1	Estanterías	200	19	80	
4.2	Area de lectura	500	19	80	
4.3	Puestos de servicio al público	500	19	80	

Tabla 3: Parámetros exigidos por la norma UNE 12464-1

Como se puede observar, en la categoría de Museos no se recoge valor alguno, ya que la iluminación en estos lugares viene determinada por los requisitos de presentación.

## **4.2 CONSERVACIÓN E ILUMINACIÓN DE LAS OBRAS.**

A pesar de los conocimientos existentes, no es posible definir, con carácter general, unos parámetros de la iluminación que permitan asegurar simultáneamente la conservación de los cuadros, dentro de límites tolerables, y la apropiada satisfacción de los requerimientos de los usuarios del museo.

Una premisa fundamental es la importancia de una adecuada conservación preventiva, puesto que es una intervención continua e integral que afecta a todos los bienes culturales en conjunto.

Su campo de actuación implica un exhaustivo control de las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, contaminación), intensidad y calidad lumínica entre otros.

En lo que a iluminación se refiere, hoy sabemos que la deterioración de las obras por la luz depende:

- De la iluminancia que se alcanza sobre ellos.
- Del tiempo que están expuestas a la misma.
- De las características de la energía radiada por las fuentes luminosas

### **4.2.1 CANTIDAD DE LUZ O ILUMINANCIA (E)**

La luz, como manifestación de la energía en forma de ondas electromagnéticas, es capaz de afectar o estimular la visión.

En los museos se deben considerar los límites exactos de la cantidad de luz que se proyecta sobre las obras para no contribuir al deterioro de las mismas.

Hay valores de iluminancia máxima recomendada, los que se han establecido por la sensibilidad de las obras, las radiaciones térmicas y los aspectos de visualización. Esto debe cumplirse tanto para las fuentes de luz diurna como las artificiales.

<i>Niveles de iluminancia máxima recomendada.</i>		
Grupo	Materiales	Iluminancia.
A	Acuarelas, telas, papel, grabados, tapices, etc.	50 lux
B	Oleos, temperas, hueso, marfil, cuero, etc.	200 lux
C	Piedra, metal, cerámica, fotos en blanco y negro.	300 lux

Tabla 4: Niveles de iluminancia máxima recomendada

#### 4.2.2 DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LA LUZ (T)

Los criterios de iluminación que rigen el alumbrado de las galerías de arte, donde las obras permanecen un tiempo limitado, son distintos a los aplicados en los museos, donde las exposiciones suelen tener un carácter permanente.

El efecto de degradación o deterioro de la obra es igual al producto del nivel de iluminación sobre la obra por el tiempo de exposición al que está sometida. Esto significa que sufre igual degradación una obra que es iluminada con 100 lux durante 2000 horas, que una que esté iluminada con 50 lux durante 4000 horas.

Este aspecto, si es correctamente controlado, permite al expositor incrementar los niveles de iluminación en ciertas ocasiones, compensado con la reducción del tiempo de exposición al público o recurriéndose frecuentemente a la rotación de las obras expuestas. En la tabla siguiente se muestran los valores acumulativos máximos recomendados que son aceptados en la práctica para reducir el daño y, a su vez, mantener condiciones adecuadas de visibilidad.

<i>Valores acumulativos de exposición máximos recomendados</i>		
Grupo	Materiales	Valores
A	Acuarelas, telas, papel, grabados, etc.	50 000 lux-h/año
B	Oleos, temperas, hueso, marfil, cuero, etc.	600 000 lux-h/año
C	Piedra, metal, cerámica, fotos en blanco y negro.	-

Tabla 5: Niveles acumulativos de exposición máximos recomendados

#### 4.2.3 COMPOSICIÓN DE LA OBRA

Según los componentes químicos que conforman la obra, será necesario implantar los puntos anteriormente descritos para evitar la descomposición química de los materiales.

Se dividen en tres grandes tipos:

- Materiales orgánicos: usualmente están incluidos en este tipo los materiales que componen los grupos A y B.
- Materiales inorgánicos: incluye los comprendidos en el grupo C.
- Materiales compuestos.

El deterioro causado a los materiales por la luz puede dividirse, a su vez, en dos tipos principales: fotoquímicos y térmicos.

Los efectos fotoquímicos son atribuidos al contenido de **emisión ultravioleta** de la fuente luminosa y el cual depende de su composición espectral. Éste es el efecto más importante a eliminar por lo irreversible de su deterioro. El valor máximo recomendado que deben contener las fuentes luminosas para museos es de 75 mW/lumen.

La luz ultravioleta, que normalmente constituye un 1% del espectro cromático de las fuentes lumínicas, manifiesta de forma rápida su efecto de deterioro sobre las obras debido a la duración de la radiación sobre los materiales sensibles y ocasiona especialmente alteraciones en materiales orgánicos. Las sustancias colorantes de textiles y los colorantes orgánicos de las pinturas pierden color, mientras que los barnices y aglutinantes se hacen más oscuros. El papel amarillece y se hace quebradizo, por lo que en poco tiempo el material de baja calidad queda destruido.

Según las diferentes longitudes de onda, las radiaciones ultravioletas se clasifican en:

- |                     |            |
|---------------------|------------|
| ○ UV-A (onda-larga) | 315-400 nm |
| ○ UV-B (onda-media) | 280-315 nm |
| ○ UV-C (onda-corta) | 100-280 nm |

Actualmente, es práctica generalizada filtrar las fuentes de luz que emiten altas proporciones de luz ultravioleta, para eliminar valores altos de radiación. Se realiza con filtros de diferentes formas: incorporados a las luminarias, incluso recubriendo las

lámparas, o en los casos de la iluminación natural, colocándolos en las ventanas o tragaluces. En caso de no ser suficiente, se le agregan a los filtros algunos componentes químicos para hacerlos más eficientes.

Los efectos térmicos están asociados a las **radiaciones infrarrojas**. Este aspecto no es tan perjudicial como el anterior, pero su atenuación es también de vital importancia.

La luz infrarroja, cuya proporción en la radiación total de las instalaciones puede alcanzar valores hasta del 90 %, ocasiona daños térmicos que, en combinación con la humedad del aire ocasiona hendiduras por contracción y dilatación en la madera y alabeamientos de tablas pintadas, además de la creación de microorganismos que contribuyen a la destrucción de las obras. Algunos tipos de vidrios sufren rajaduras en la superficie.

Igualmente existe una clasificación en tres tipos según su longitud de onda:

- IR-A (onda-corta)                      800-1400 nm
- IR-B (onda-media)                      1400-3000 nm
- IR-C (onda-larga)                      3000-10000 nm

Como en el anterior, también se aplica el uso de filtros para la protección de las obras más sensibles. Además, con la incorporación de lámparas incandescentes de tungsteno con reflectores dicróicos se reduce en buena medida la entrega de calor sobre las obras aunque no sobre el ambiente, punto que debe tenerse en cuenta para los cálculos de clima en las instalaciones.

## 5. MEDICIONES REALIZADAS

Se han realizar mediciones de los principales parámetros eléctricos, térmicos y lumínicos.

Los instrumentos que se han utilizado para evaluar la cantidad y calidad de la iluminación disponible son:

- Luxómetro: es el destinado a la medición de los niveles de radiación visible, más concretamente la iluminancia. Su unidad de medida se expresa en lux. Las mediciones se han realizado sin aporte de luz natural y a nivel de suelo, en el caso del alumbrado general, y en la base del expositor en el caso de las vitrinas, con luxómetro digital modelo LX1010BS, rango de medida: 0 a 100.000 lux, resolución: 1 lux.



Ilustración 13: luxómetro digital LX1010BS

- Vatímetro digital: se utiliza para medir la potencia eléctrica o el consumo de energía de un circuito eléctrico. Su unidad de medida es el W. Las mediciones se han realizado en laboratorio con un medidor de potencia de tipo enchufe de la marca Wanf.



Ilustración 14: medidor de potencia Wanf

- Termómetro ambiental: se ha utilizado un termómetro digital de la marca Miniland, que muestra valores máximos y mínimos registrados, para medir la temperatura y humedad dentro de las vitrinas de exposición, ya que son los lugares de mayor concentración de calor y que precisan, por tanto, un mayor control para evitar el deterioro de las obras contenidas.



**Ilustración 15: termómetro digital Miniland**

En el Anexo 2 del presente documento se especifican las medidas realizadas.

Las medidas que se han realizado nos permitirán determinar el valor de la iluminación media mantenida y el de eficiencia energética para poder compararlas con lo que exige la norma. En nuestro caso se ha comparado con los valores que hacen referencia a Museos, dentro del grupo 2, zonas de representación.

En salas puntuales del museo se han detectado valores de VEEI por encima de la norma. Esto es debido a la disposición de las lámparas, a menudo colocadas en zonas ocultas, para jugar con el efecto visual de la sala. Además, en el cálculo del VEEI, únicamente se ha tenido en cuenta la iluminación general de techo de las salas. Cada expositor cuenta con su propia iluminación, enfocada a exhibir las obras que contienen, y donde se han mantenido cuidadosamente los límites recomendados de iluminancia.

Los valores de Ra vienen determinados por el fabricante, y han sido elegidos por el museo según los requisitos de presentación.



## **6. AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA ILUMINACIÓN**

Por auditoría energética entendemos el análisis de situación que nos permite conocer el modo de explotación, funcionamiento y prestaciones de nuestras instalaciones de alumbrado, el estado de sus componentes, sus consumos energéticos y sus correspondientes costes de explotación, con el objetivo de mejorar la eficiencia y el ahorro energético de estas instalaciones.

El punto de partida de la presente auditoría es la realización de una labor de campo in situ para la toma de datos de la situación actual de las instalaciones de alumbrado que presenta el Museo.

Así pues se ha inventariado el número y tipo de lámparas existentes, tomando datos de modelo, casquillo, potencia y horas de uso para conocer la situación energética actual, así como la eficiencia y calidad de los equipos instalados.

Esta información preliminar nos servirá para la realización de los distintos análisis técnicos con el fin de hallar las posibilidades de mejora: potenciales de ahorro energético, posibilidad ahorro en mantenimiento e incremento calidad del alumbrado.

Como información complementaria y necesaria del presente proyecto, se ha incluido en el Anexo 1, una guía en la que se describen los distintos sistemas de iluminación utilizados en la actualidad y que encontraremos en el Museo.



## Toma de Datos Iluminación Casa Lis

### TOMA DE DATOS ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

Descripción	Tipo	Casquillo	nº	P (w)	Horas	Días/Año
<b>Acceso Calle Gibraltar</b>						
Farolas Clásicas	Incandescente	E27	2	80	5	313
Focos Fachada	Halógeno	R7s	2	165	5	313
<b>Recepción</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	24	313
Techo	Tubo T8 150 cm	G13	6	70	8	313
Aplicue Pared	Halógeno	R7s	2	55	8	313
<b>Sala de Control</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	24	313
Techo	Tubo T8 150 cm	G13	6	70	24	313
<b>Patio Bajo</b>						
Bañadores de Pared	Halógeno	R7s	10	88	8	313
Focos Normales	Bajo Consumo	E27	22	18	8	313
Focos Halógenos Expo La Caixa	Halógeno	Mr16	5	55	8	313
<b>Patio Alto</b>						
Bañadores de Pared	Halógeno	R7s	1	88	8	313
Focos Normales	Bajo Consumo	E27	22	18	8	313
Halógenos Expositores	Halógeno	Mr16	6	55	8	313
<b>Sala de porcelanas</b>						
Techo Rectangular	1 Tubo T8 120 cm	G13	12	43	8	313
Expositor	1 PL	G24	3	36	8	313
	Halógeno	Mr16	6	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	6	22	8	313
	Halógeno	Mr16	1	55	8	313
	3 Tubo T8 60 cm	G13	3	22	8	313
	Halógeno	Mr16	3	55	8	313
	4 PL	G24	3	36	8	313
	Halógeno	Mr16	6	55	8	313
<b>Sala Bronces Viena</b>						
Techo Rectangular	1 Tubo T8 120 cm	G13	12	43	8	313
Expositor	1 Tubo T8 60 cm	G13	4	22	8	313
	Halógeno	Mr16	3	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	2	22	8	313
	Tubo T8 120 cm	G13	4	43	8	313
	Halógeno	Mr16	6	55	8	313
	3 Tubo T8 60 cm	G13	4	22	8	313
	Halógeno	Mr16	4	55	8	313
	4 PL	G24	4	36	8	313
	Halógeno	Mr16	4	55	8	313
<b>Sala Lalique</b>						
Techo Circular	1 Tubo T8 60 cm	G13	8	22	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	8	22	8	313
Expositor	1 F.O.	Fibra Óptica	10	50	8	313
	2 F.O.	Fibra Óptica	1	50	8	313
	3 Tubo T8 60 cm	G13	4	22	8	313
	4 Tubo T8 60 cm	G13	4	22	8	313



Sala Lagar							
Iluminación Monumental Int.		Tubo T8 120 cm	G13	2	43	5	365
Techo Circular	1	Tubo T8 60 cm	G13	8	22	8	313
	2	Tubo T8 60 cm	G13	8	22	8	313
Bañadores de Pared		Halógeno	R7s	5	88	8	313
Foco - Cuadro		Halógeno	Mr16	1	55	8	313
Sala Criselefantinas - Preiss							
Techo Rectangular	1	Tubo T8 120 cm	G13	12	43	8	313
Expositores	1	F.O.	Fibra Óptica	3	50	8	313
	2	F.O.	Fibra Óptica	5	50	8	313
	3	F.O.	Fibra Óptica	3	50	8	313
	4	F.O.	Fibra Óptica	6	50	8	313
Sala Criselefantinas - Chiparus							
Techo Rectangular	1	Tubo T8 120 cm	G13	12	43	8	313
Expositores	1	PL	G24	2	36	8	313
	2	F.O.	Fibra Óptica	4	50	8	313
	3	F.O.	Fibra Óptica	8	50	8	313
	4	F.O.	Fibra Óptica	4	50	8	313
	5	F.O.	Fibra Óptica	3	50	8	313
Cafetería							
Iluminación Monumental Int.		Tubo T8 120 cm	G1	10	43	5	365
Bañadores de Pared		Halógeno	R7s	1	88	8	313
Tulipas Antiguas Gallé		Bajo Consumo	E27	12	25	8	313
Tulipas Antiguas Gallé		Incandescente	E27	6	60	8	313
Aplique Pared		Halógeno	R7s	5	55	8	313
Galería Sur							
Iluminación Monumental Int.		Tubo T8 120 cm	G13	10	43	5	365
Focos Normales		Incandescente	E27	8	80	1	365
Terraza sobre la muralla							
Farolas Trilobulares Clásicas		Incandescente	E27	30	80	5	365
Bañadores pared		Halógeno	R7s	2	88	8	313
Cubos de Luz		Bajo Consumo	E27	6	25	2	313
Sala de Exposiciones Temporales							
Bañadores de Pared		Halógeno	R7s	15	88	8	313
Focos Normales		Bajo Consumo	E27	2	18	8	313
Focos Halógenos Expo La Caixa		Halógeno	Mr16	18	55	8	313
Tienda							
Expositores		Halógeno	Mr16	33	55	8	313
Focos Normales		Bajo Consumo	E27	10	18	8	313
Bañadores de Pared		Halógeno	R7s	10	88	8	313
Focos Escaparate Rosetas		Halogenuros	E27	11	165	4	313
Aseos							
Aplique Pared		Halógeno	R7s	1	55	3	313
Tulipas Clásicas		Bajo Consumo	E27	12	25	3	313
Techo		Tubo T8 60 cm	G13	2	22	3	313

TOTALES PLANTA BAJA

503

**Iluminación Exterior Monumental financiada por el Ayto.**

Focos Municipales	Incandescente	18	330	5	365
-------------------	---------------	----	-----	---	-----

**TOMA DE DATOS ILUMINACIÓN PLANTA PRIMERA**

Descripción	Tipo	Casquillo	nº	P (w)	Horas	Días/Año
<b>Sala Circo</b>						
Techo	Tubo T8 120 cm	G13	4	43	8	313
	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	8	313
Expositor	1 Halógeno	MR16	12	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	14	22	8	313
	Halógeno	MR16	3	55	8	313
<b>Sala Muñecas Alemanas</b>						
Techo	Tubo T8 120 cm	G13	16	43	8	313
	Tubo T8 120 cm	G13	12	43	8	313
Expositores	1 Halógeno	MR16	42	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	60	22	8	313
<b>Sala Muñecas Francesas</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	84	22	8	313
Expositores	1 Halógeno	MR16	32	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	34	22	8	313
<b>Sala Bellezas Baño</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	4	22	8	313
Expositores	1 PL	G24	5	36	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	6	22	8	313
<b>Sala Hagenauer</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	8	22	8	313
Expositores	1 Halógeno	MR16	12	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	16	22	8	313
<b>Sala Caracteres</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	4	22	8	313
Expositores	1 PL	G24	6	36	8	313
<b>Sala Bronces</b>						
Techo Rectangular	1 Tubo T8 120 cm	G13	12	43	8	313
Expositores	1 Halógeno	MR16	12	55	8	313
	2 Tubo T8 60 cm	G13	26	22	8	313
<b>Sala Joyas</b>						
Techo Rectangular	1 Tubo T8 120 cm	G13	14	43	8	313
Expositores	1 PL	G24	14	36	8	313
<b>Sala Abanicos</b>						
Techo Circular	1 Tubo T8 60 cm	G13	20	22	8	313
Expositores	1 Tubo T8 120 cm	G13	14	43	8	313
<b>Sala Vidrios Modernistas</b>						
Techo Rectangular	1 Tubo T8 120 cm	G13	10	43	8	313
Expositores	1 F.O.	Fibra Óptica	15	50	8	313
<b>Sala Gallé</b>						
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	8	22	8	313
Expositores	PL	G24	42	36	8	313
Iluminación Monumental Int.	Tubo T8 120 cm	G1	10	43	5	365
<b>Sala de mobiliario</b>						
Iluminación Monumental Int.	Tubo T8 120 cm	G13	6	43	5	365
Bañadores de Pared	Halógeno	R7s	6	88	8	313
Focos Normales	Bajo Consumo	E27	11	18	8	313
Focos de Suelo	Halógeno	R7s	4	110	8	313



Aseos						
Aplique Pared	Halógeno	R7s	1	55	3	313
Tulipas Clásicas	Bajo Consumo	E27	12	25	3	313
Techo	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	3	313
Galería Sur						
Iluminación Monumental Int.	Tubo T8 120 cm	G13	10	43	5	365
<b>TOTALES PLANTA PRIMERA</b>			<b>615</b>			

TOMA DE DATOS ILUMINACIÓN PLANTA BAJO CUBIERTA						
Descripción	Tipo	Casquillo	nº	P (w)	Horas	Días/Año
Zona Administrativa y Dirección						
Techo	Tubo T8 120 cm	G13	42	43	8	313
	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	8	313
Focos Normales	Incandescente	E27	2	100	8	313
Zona talleres y Vestuarios de Servicio						
Techo	Tubo T8 120 cm	G13	32	43	2	313
	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	2	313
Focos Normales	Incandescente	E27	2	100	2	313
Aseos Admón.						
Aplique Pared	Halógeno	R7s	1	55	2	313
Tulipas Normales	Bajo Consumo	E27	12	25	2	313
	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	2	313
Aseos Talleres						
Tulipas Normales	Bajo Consumo	E27	4	25	2	313
	Tubo T8 60 cm	G13	2	22	2	313
Escalera Servicio						
Aplique Pared	Halógeno	R7s	4	55	2	313
Pasillo de Instalaciones + Torres de Instalaciones						
Techo	Tubo T8 120 cm	G13	12	43	1	313
Focos sobre lucernario Patio Central						
Focos	Halogenuros	E27	12	165	5	313
Focos sobre lucernarios Escaleras						
Focos	Halogenuros	E27	8	165	5	313
<b>TOTALES PLANTA BAJO CUBIERTA</b>			<b>139</b>			

\* P (w) = Lámpara + Equipo Aux.

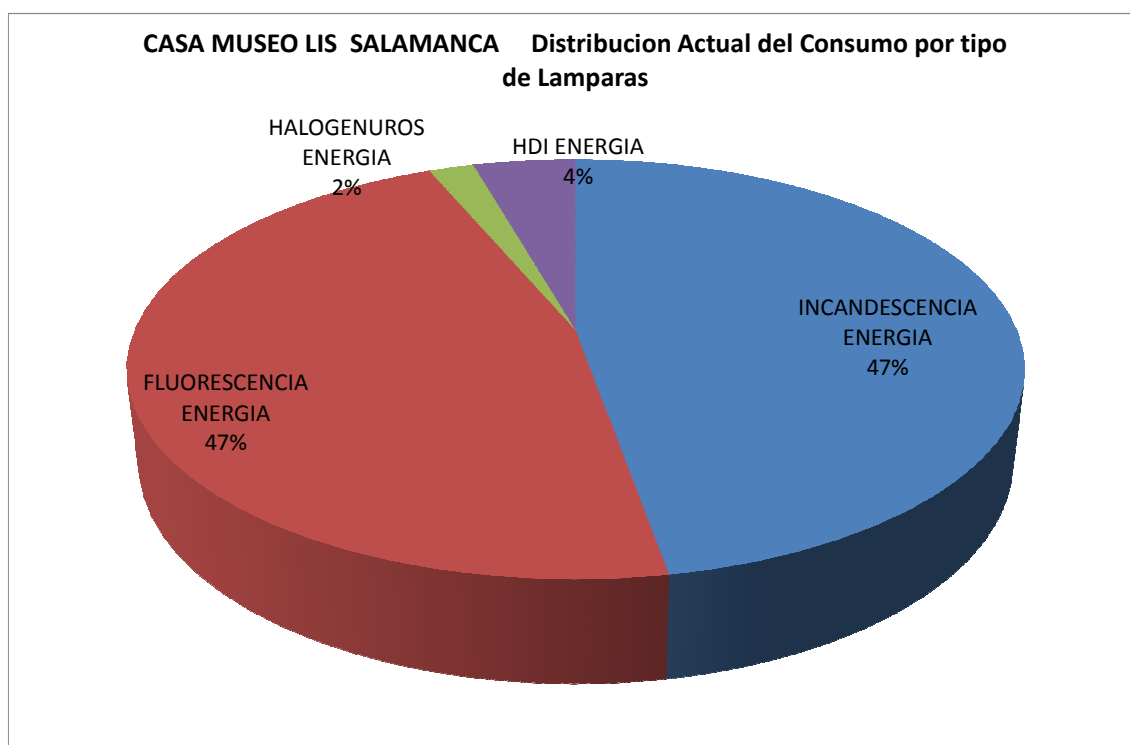


Ilustración 16: Gráfica distribución actual de consumo por tipo de lámparas

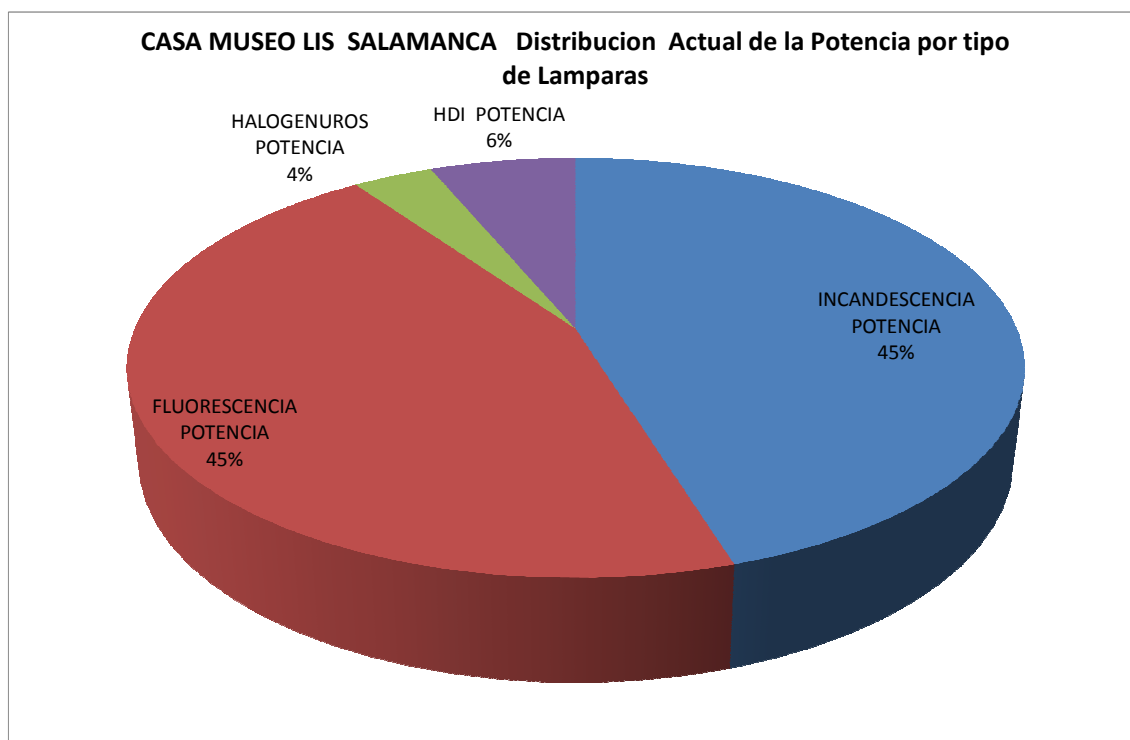


Ilustración 17: Gráfica distribución actual de potencia por tipo de lámparas

## **7. PROPUESTA EQUIPOS CON TECNOLOGÍA LED**

Una vez analizados los parámetros de consumo de las instalaciones de iluminación del Museo, se procede a realizar una primera propuesta de las reformas precisas para alcanzar el máximo ahorro energético en la explotación de las instalaciones y el cumplimiento de los parámetros de calidad de las mismas, en función del análisis de todos los datos obtenidos del estudio de la instalación.

Dicha propuesta, basada en la sustitución de cada tipo de bombilla por su equivalente led, servirá como punto de partida para la realización de un análisis de rentabilidad y huella ecológica que se presentarán a lo largo de la memoria del proyecto.

Al igual que en el apartado anterior, hay que hacer referencia al Anexo 1 del presente documento, en el que se hace una mención sobre la iluminación led que se viene utilizando hoy en día y que será instalada en el Museo Casa Lis, así como las ventajas que presenta frente a los antiguos sistemas de iluminación.



## Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca



CASA MUSEO LIS SALAMANCA						
GRUPO / CIRCUITO	UD.	TIPO LAMPARA	POT. (VAT)	USO HRS. DIA	DÍAS USO AÑO	ACTUACION
LLAMPARAS EN FAROLA Acceso Calle Gibraltar EXTERIOR	2	LEDDING-BP07CA	7	5	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN PARED Acceso Calle Gibraltar EXTERIOR	2	LEDDING-FL20CA	20	5	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Recepción PLANTA BAJA	2	LEDDING-T8-8CA	8	24	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Recepción PLANTA BAJA	6	LEDDING-T8-22CA	22	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN PARED Recepción PLANTA BAJA	2	LEDDING-BR111226CA	12	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala de Control PLANTA BAJA	2	LEDDING-T8-8CA	8	24	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Sala de Control PLANTA BAJA	6	LEDDING-T8-22CA	22	24	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Patio Bajo Y Patio Alto PLANTA BAJA	11	LEDDING-BR111226CA	12	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Patio Bajo Y Patio Alto PLANTA BAJA	44	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Patio Bajo Y Patio Alto PLANTA BAJA	11	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala de porcelanas PLANTA BAJA	12	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala de porcelanas 1 PLANTA BAJA	3	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala de porcelanas 1 PLANTA BAJA	6	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala de porcelanas 2 PLANTA BAJA	6	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala de porcelanas 2 PLANTA BAJA	1	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala de porcelanas 3 PLANTA BAJA	3	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala de porcelanas 3 PLANTA BAJA	3	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala de porcelanas 4 PLANTA BAJA	3	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala de porcelanas 4 PLANTA BAJA	6	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala Bronces Viena PLANTA BAJA	12	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala Bronces Viena 1 PLANTA BAJA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala Bronces Viena 1 PLANTA BAJA	3	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala Bronces Viena 2 PLANTA BAJA	2	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala Bronces Viena 2 PLANTA BAJA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala Bronces Viena 3 PLANTA BAJA	6	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala Bronces Viena 3 PLANTA BAJA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala Bronces Viena 3 PLANTA BAJA	4	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala Bronces Viena 4 PLANTA BAJA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala Bronces Viena 4 PLANTA BAJA	4	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala Laliue 1 PLANTA BAJA	8	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Sala Laliue 1 PLANTA BAJA	8	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala Laliue 1 PLANTA BAJA	10	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala Laliue 2 PLANTA BAJA	1	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala Laliue 3 PLANTA BAJA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala Laliue 4 PLANTA BAJA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN INDIRECTA Sala Lagar PLANTA BAJA	2	LEDDING-T8-15CA	15	5	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Sala Lagar PLANTA BAJA	16	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Sala Lagar PLANTA BAJA	5	LEDDING-BR111226CA	12	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala Lagar PLANTA BAJA	1	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala Criselefantinas - Preiss PLANTA BAJA	12	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala Criselefantinas - Preiss PLANTA BAJA	3	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
GRUPO / CIRCUITO	UD.	TIPO LAMPARA	POT. (VAT)	USO HRS. DIA	DÍAS USO AÑO	ACTUACION
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala Criselefantinas - Preiss 2 PLANTA BAJA	5	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala Criselefantinas - Preiss 3 PLANTA BAJA	3	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala Criselefantinas - Preiss 4 PLANTA BAJA	6	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala Criselefantinas - Chiparus PLANTA BAJA	12	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 1 Sala Criselefantinas - Chiparus 1 PLANTA BAJA	2	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 2 Sala Criselefantinas - Chiparus 2 PLANTA BAJA	4	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 3 Sala Criselefantinas - Chiparus 3 PLANTA BAJA	8	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 4 Sala Criselefantinas - Chiparus 4 PLANTA BAJA	4	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR 5 Sala Criselefantinas - Chiparus 5 PLANTA BAJA	3	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Cafeteria PLANTA BAJA	10	LEDDING-T8-15CA	15	5	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Cafeteria PLANTA BAJA	1	LEDDING-FL10CA	10	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Cafeteria PLANTA BAJA	12	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Cafeteria PLANTA BAJA	6	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Cafeteria PLANTA BAJA	5	LEDDING-FL10CA	10	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Galería Sur PLANTA BAJA	10	LEDDING-T8-15CA	15	5	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Galería Sur PLANTA BAJA	8	INCANDESCENTE	7	1	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN FAROLAS Terraza sobre la muralla PLANTA BAJA	30	LEDDING-BP07CA	7	5	365	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN FAROLAS Terraza sobre la muralla PLANTA BAJA	2	LEDDING-FL10CA	10	8	365	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN CUBOS DE LUZ Terraza sobre la muralla PLANTA BAJA	6	LEDDING-BP07CA	7	2	365	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala de Exposiciones Temporales PLANTA BAJA	15	LEDDING-DLARI226CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN EXPOSITOR Sala de Exposiciones Temporales PLANTA BAJA	2	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR Sala de Exposiciones Temporales PLANTA BAJA	18	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN EXPOSITOR Tienda PLANTA BAJA	33	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Tienda PLANTA BAJA	10	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Tienda PLANTA BAJA	10	LEDDING-DLARI226CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Tienda PLANTA BAJA	11	CDM	70	4	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Aseos PLANTA BAJA	1	LEDDING-FL10CA	10	3	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Aseos PLANTA BAJA	12	BCFL	9	3	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Aseos PLANTA BAJA	2	CFL T8	8	3	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN Techo Sala Circo PLANTA PRIMERA	4	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Circo PLANTA PRIMERA	2	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositor Sala Circo 1 PLANTA PRIMERA	12	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Expositor Sala Circo 2 PLANTA PRIMERA	14	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositor Sala Circo 2 PLANTA PRIMERA	3	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Techo Sala Muñecas Alemanas PLANTA PRIMERA	28	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Muñecas Alemanas 1 PLANTA PRIMERA	42	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Expositores Sala Muñecas Alemanas 2 PLANTA PRIMERA	60	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Muñecas Francesas PLANTA PRIMERA	84	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Muñecas Francesas 1 PLANTA PRIMERA	32	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Expositores Sala Muñecas Francesas 2 PLANTA PRIMERA	34	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Bellezas Baño PLANTA PRIMERA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminación Balastro-Trafo





## Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca



CASA MUSEO LIS SALAMANCA						
GRUPO / CIRCUITO	UD.	TIPO LAMPARA	POT. (WATT)	USO HRS. DIA	DÍAS USO AÑO	ACTUACION
LLAMPARAS EN Expositores Sala Bellezas Baño 1 PLANTA PRIMERA	5	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Bellezas Baño 2 PLANTA PRIMERA	6	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Hagenauer PLANTA PRIMERA	8	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Hagenauer 1 PLANTA PRIMERA	12	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Expositores Sala Hagenauer 2 PLANTA PRIMERA	16	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Caracteres PLANTA PRIMERA	4	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Caracteres 1 PLANTA PRIMERA	6	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Sala Bronces PLANTA PRIMERA	12	LEDDING-T8-15CA	15	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Bronces 1 PLANTA PRIMERA	12	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Expositores Sala Bronces 2 PLANTA PRIMERA	26	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Sala Joyas PLANTA PRIMERA	14	LEDDING-T8-10CA	10	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Joyas 1 PLANTA PRIMERA	14	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Abanicos 1 PLANTA PRIMERA	20	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Abanicos 1 PLANTA PRIMERA	14	LEDDING-T8-15CA	15	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Techo Sala Vidrios Modernistas 1 PLANTA PRIMERA	10	LEDDING-T8-15CA	15	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Vidrios Modernistas 1 PLANTA PRIMERA	15	LEDDING-SP6CA	6	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN Techo Sala Gallé PLANTA PRIMERA	8	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Expositores Sala Gallé PLANTA PRIMERA	42	LEDDING-TPL12CA	12	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN INDIRECTA Sala Gallé PLANTA PRIMERA	10	LEDDING-T8-15CA	15	5	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN PARED Sala de mobiliario PLANTA PRIMERA	6	LEDDING-T8-15CA	15	5	365	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN PARED Sala de mobiliario PLANTA PRIMERA	6	LEDDING-BR111226CA	12	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Sala de mobiliario PLANTA PRIMERA	11	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN SUELO Sala de mobiliario PLANTA PRIMERA	4	LEDDING-FL10CA	10	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN PARED Aseos PLANTA PRIMERA	1	LEDDING-DLAR1226CA	12	3	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Aseos PLANTA PRIMERA	12	LEDDING-BP07CA	7	3	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Aseos PLANTA PRIMERA	2	CFL T8	8	3	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN INDIRECTA Iluminación Monumental Int. PLANTA PRIMERA	10	LEDDING-T8-15CA	15	5	365	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Zona Administrativa y Dirección PLANTA BAJO CUBIERTA	42	LEDDING-T8-15CA	15	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Zona Administrativa y Dirección PLANTA BAJO CUBIERTA	2	LEDDING-T8-8CA	8	8	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN TECHO Zona Administrativa y Dirección PLANTA BAJO CUBIERTA	2	LEDDING-BP07CA	7	8	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN TECHO Zona talleres y Vestuarios de Servicio PLANTA BAJO CUBIERTA	32	CFL T8	15	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Zona talleres y Vestuarios de Servicio PLANTA BAJO CUBIERTA	2	CFL T8	8	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Zona talleres y Vestuarios de Servicio PLANTA BAJO CUBIERTA	2	LEDDING-BP07CA	7	2	313	Sustitución + Instalación
LLAMPARAS EN PARED Aseos Admon. PLANTA BAJO CUBIERTA	1	F HALOGENA	10	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Aseos Admon. PLANTA BAJO CUBIERTA	12	BCFL	9	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Aseos Admon. PLANTA BAJO CUBIERTA	2	CFL T8	8	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Aseos Talleres PLANTA BAJO CUBIERTA	4	BCFL	9	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Aseos Talleres PLANTA BAJO CUBIERTA	2	CFL T8	8	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN PARED Escalera Servicio PLANTA BAJO CUBIERTA	4	F HALOGENA	10	2	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN TECHO Pasillo de Instalaciones + Torres de Instalaciones PLANTA BAJO CUBIERTA	12	CFL T8	15	1	313	MANTENER ACTUAL
LLAMPARAS EN Focos sobre lucernario Patio Central PLANTA BAJO CUBIERTA	12	LEDDING-FL30CA	30	5	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo
LLAMPARAS EN Focos sobre lucernarios Escaleras PLANTA BAJO CUBIERTA	8	LEDDING-FL30CA	30	5	313	Sustitución +Instalación + Eliminacion Balastro-Trafo

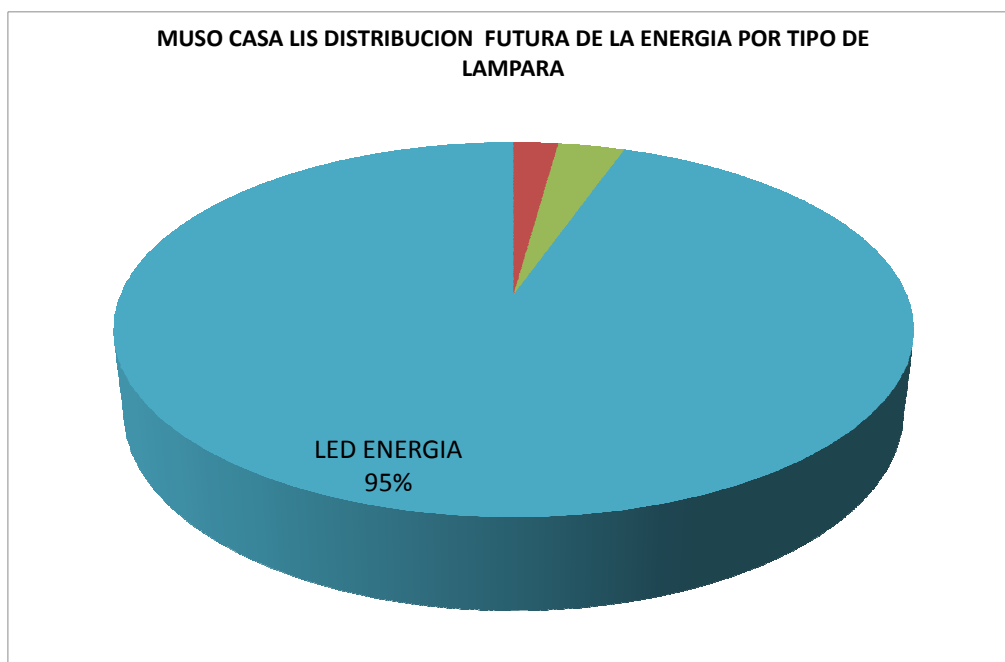


Ilustración 18: Gráfica distribución futura de consumo por tipo de lámparas

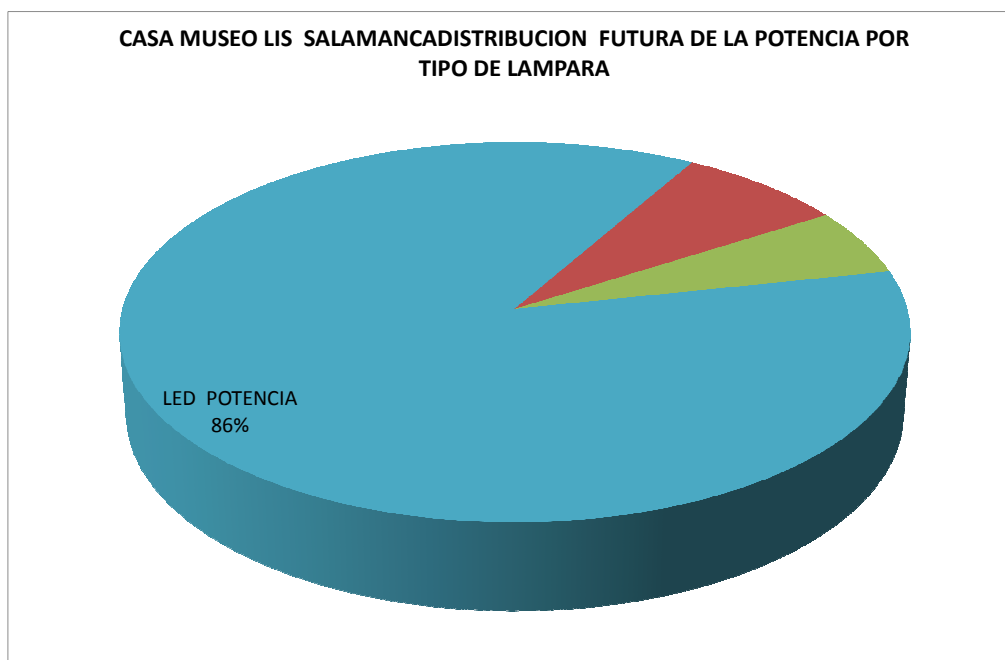


Ilustración 19: Gráfica distribución futura de potencia por tipo de lámparas




## 8. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Las posibles mejoras han de ser valoradas, además de en términos energéticos, en términos económicos. Por ello, en este apartado se muestran de forma detallada los potenciales de ahorro de la solución propuesta.

Los principales parámetros que determinarán el ahorro de la instalación son:

- Reducción de la potencia instalada.
- Reducción del consumo energético directo por iluminación.
- Reducción del consumo energético del aire acondicionado debido a que la luz fría impone menos carga en estos sistemas.
- Reducción en el mantenimiento y sustitución de los sistemas de iluminación.

La evaluación económica incluye también los periodos de amortización estimados.

	<b>ANÁLISIS DE COSTES Y DE RENTABILIDAD DE LA PROPUESTA DE SUSTITUCION DE LA ILUMINACION ACTUAL POR TECNOLOGIA LED PARA CASA MUSEO LIS SALAMANCA</b>			
	PARAMETROS DE LA INSTALACIÓN			
	SITUACION ACTUAL	SOLUCION PROPUESTA	REDUCCION VALOR ABSOLUTO	REDUCCION EN %
POTENCIA INSTALADA EN ILUMINACION (KW)	55,6	17,6	38,0	68%
UTILIZACION DIARIA (media-horas)	8,7	8,7		
UTILIZACION ANUAL (media-días)	313	313		
HORAS AÑO (media)	2711	2711		
ENERGIA CONSUMIDA ESTIMADA AÑO (MWH)	123,5	33,8	89,7	73%
COSTE TERMINO POTENCIA (€/KW/DIA)	0,06 €	0,06 €		
ALQUILER EQUIPO (€/DIA)	0,42 €	0,42 €		
TARIFA ELECTRICA (Precio med. €/KWH)	0,149 €	0,149 €		
	AHORROS			
	SITUACION ACTUAL	SOLUCION PROPUESTA	AHORRO VALOR ABSOLUTO	AHORRO EN % GASTO ACTUAL
COSTE ANUAL CONSUMO DIRECTO ILUMINACION	18.357,66 €	5.027,1 €	13.330,5 €	73%
AHORRO POTENCIAL EN TERMINO POTENCIA POR REDUCCION DE ESTA	984,12 €	311,4 €	672,7 €	68%
COSTES ANUAL AA POR CARGA TERMICA ILUMINACION	1.629,9 €	482,1 €	1.147,8 €	70%
COSTE ANUAL TOTAL CONSUMO ENERGIA POR ILUMINACION	20.971,69 €	5.820,6 €	15.151,0 €	72%
COSTE MED.ANUAL MANTENIMIENTO ILUMINACION MATERIALES	3.310,8 €	221,6 €	3.089,2 €	93%
COSTE MED.ANUAL MANTENIMIENTO ILUMINACION M.O.	0,0 €	0,0 €	0,0 €	
COSTE TOTAL ANUAL ESTIMADO PARA ILUMINACION	24.282,5 €	6.042,3 €		
AHORRO ANUAL PROPORCIONADO POR CAMBIO A "TEC. LED"			18.240,2 €	75%
	ANALISIS DE LA INVERSION			
	SITUACION ACTUAL	SOLUCION PROPUESTA		
INVERSION		37.567 €		
INVERSION DE REPOSICION EVITADA	514			
PAYBACK SOLUCION PROPUESTA (meses)		25		
TIR		52%		
VAN*		207.652 €		
VIDA ESPERADA* (años)	2,1	18		

\*Valor actual de los ahorros en la vida de las lamparas LED a tasa de interes del dinero)

\*Para el conjunto lamparas con la utilizacion actual en años

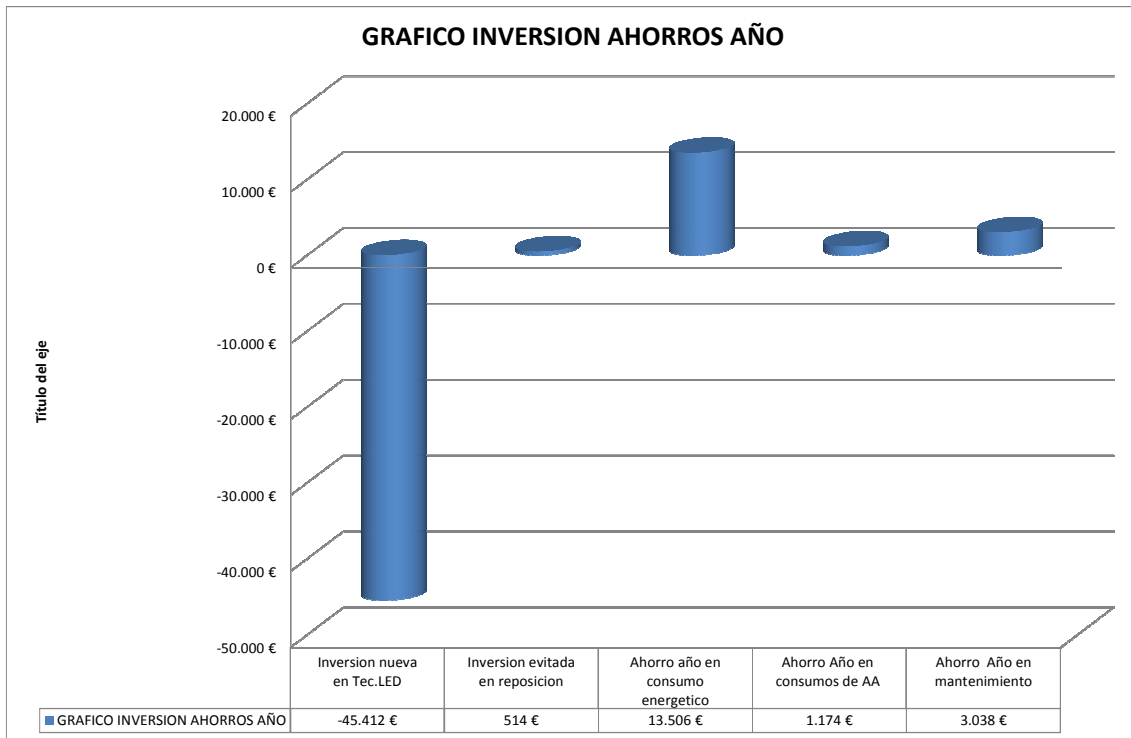


Ilustración 20: Gráfico inversión-ahorro

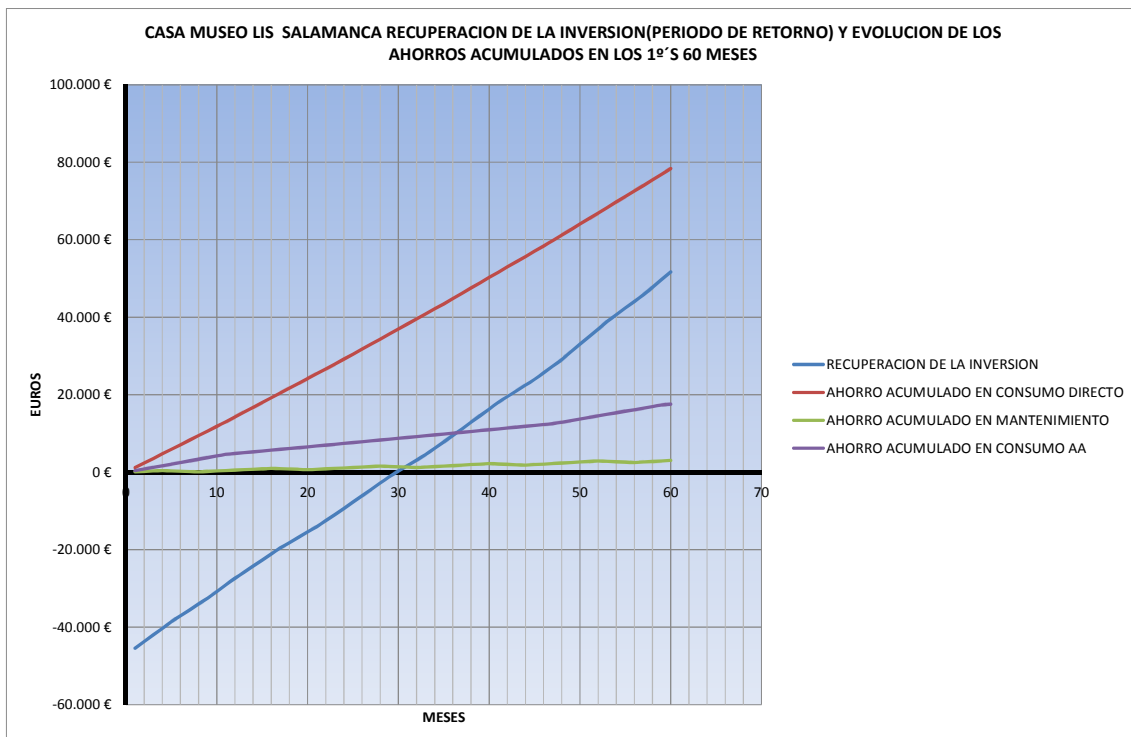


Ilustración 21: Gráfico recuperación de la inversión

## 9. HUELLA ECOLÓGICA

La **huella ecológica** es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos

El cálculo de la huella ecológica es complejo, y en algunos casos, imposible, lo que constituye su principal limitación como indicador. En cualquier caso, existen diversos métodos de estimación a partir del análisis de los recursos que una persona consume y de los residuos que producen Hectáreas de bosque necesarias para asumir el CO<sub>2</sub> que provoca nuestro consumo energético.

En la tabla 6 se detalla una aproximación de dicho indicador.


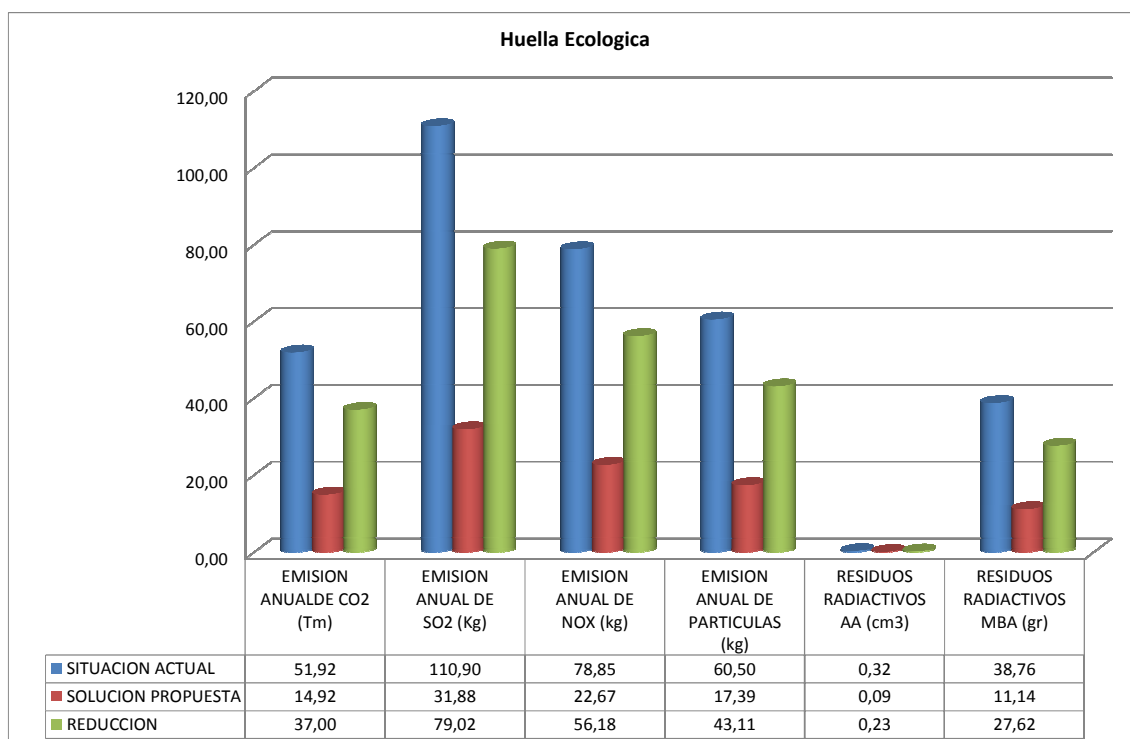
	REDUCCIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA POR SUSTITUCION DE ILUMINACION ACTUAL POR TECNOLOGIA LED EN CASA MUSEO LIS SALAMANCA			BOSQUE VIRTUAL
	SITUACION ACTUAL	SOLUCION PROPUESTA	REDUCCION	Nº ARBOLES
EMISION ANUALDE CO2 (Tm)	51,92	14,92	37,00	3700
EMISION ANUAL DE SO2 (Kg)	110,90	31,88	79,02	
EMISION ANUAL DE NOX (kg)	78,85	22,67	56,18	
EMISION ANUAL DE PARTICULAS (kg)	60,50	17,39	43,11	
RESIDUOS RADIATIVOS AA (cm3)	0,32	0,09	0,23	
RESIDUOS RADIATIVOS MBA (gr)	38,76	11,14	27,62	
REDUCCION TOTAL	71%			
VALOR EFICIENCIA ENERGETICA ILUMINACION NORMATIVA VEEI <= 10	4,4	1,0		
CALIFICACION ENERGETICA DE LA NUEVA INSTALACION	E	A		

Tabla 6: Reducción huella ecológica



**Ilustración 22: Gráfico huella ecológica**

# 10. ESTUDIO ENERGÉTICO

## 10.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Durante los Meses de Noviembre, Diciembre de 2012, se han realizado una serie de cambios en la iluminación del Museo Casa Lis

Para una mejor comprensión del patrón de consumo del museo es necesario aclarar diversas cuestiones, para una correcta comprensión del análisis posterior.

### TIPO DE CONTRATO

El Museo posee un contrato de suministro eléctrico tipo DH 3P, con tarifa ATR 3.oA, se trata de una tarifa de discriminación Horaria en 3 periodos, de aplicación a los suministros efectuados a tensiones no superiores a 1 kV (1000 V) y con potencia contratada mayor de 15 kW.

Los periodos de discriminación varían dependiendo del periodo de verano e invierno y son los siguientes:

PERIODO	VERANO	INVIERNO
VALLE	0:00 a 8:00	0:00 a 8:00
LLANO	8:00 a 11:00 y de 15:00 a 0:00	8:00 a 18:00 y de 22:00 a 0:00
PICO	11:00 a 15:00	18:00 a 22:00

Tabla 7: Tarifas discriminación horaria según estación

Punta: 4 horas/día - Llano: 12 horas/día - Valle: 8 horas/día

Los cambios de horario de invierno a verano o viceversa coinciden con la fecha del cambio oficial de hora.

Las tarifas vigente para el museo a fecha 8/02/2013 son las siguientes:

### Energía Potencia

PERIODO	Precio energía €/kWh
VALLE	0,076612
LLANO	0,140562
PICO	0,187092

Tabla 8: Precio energía

PERIODO	Precio potencia €/kW
VALLE	0,453691
LLANO	0,680536
PICO	1,342270

Tabla 9: Precio potencia

La Potencia Contratada por el museo es de 150kW.





## FUNCIONAMIENTO DEL MUSEO

El museo tiene dos horarios, el de verano y el de invierno

### Horario de Verano (1 de abril al 16 de octubre)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
09:00							
10:00							
11:00							
12:00		11:00 - 14:00	11:00 - 14:00	11:00 - 14:00	11:00 - 14:00	11:00 - 21:00	11:00 - 21:00
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00		17:00 - 21:00	17:00 - 21:00	17:00 - 21:00	17:00 - 21:00		
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							

\*Lunes cerrado (excepto los lunes del mes de agosto y festivos nacionales)

Ilustración 23: Horario de verano en Museo

### Horario de Invierno (17 de octubre al 31 de marzo)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
09:00							
10:00							
11:00							
12:00		11:00 - 14:00	11:00 - 14:00	11:00 - 14:00	11:00 - 14:00	11:00 - 20:00	11:00 - 20:00
13:00							
14:00							
15:00							
16:00		16:00 - 19:00	16:00 - 19:00	16:00 - 19:00	16:00 - 19:00		
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							

Lunes: cerrado. 24 y 25 de diciembre y 1 y 6 de enero se cierra por descanso.  
El 31 de diciembre se abre de 11 a 15 horas.

Ilustración 24: Horario de invierno en Museo

## Peculiaridades

Los lunes de todo el año excepto del mes de agosto permanece cerrado el Museo.

## 10.2 CONSUMOS

### 10.2.1 Año 2010

PERIODO	
DIAS	362
Desde	14/01/2010
Hasta	11/01/2011

Tabla 10: Periodo año 2010

Consumo de Energía 2010		
Periodo	Energía consumida kWhr	Energía consumida kWhr (Media diaria)
PICO	60.960	167
LLANO	153.554	420
VALLE	19.414	53
TOTAL	233.928	639

Tabla 11: Consumo energía 2010

CONSUMO MEDIO DIARIO 2010												
Periodo	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PICO	92	94	149	139	165	297	295	251	151	130	131	91
LLANO	375	389	374	282	325	585	738	546	299	309	456	366
VALLE	41	43	54	50	42	66	65	52	52	62	64	53
TOTAL	508	525	578	472	532	948	1.098	850	502	501	651	509

Tabla 12: Consumo medio diario 2010

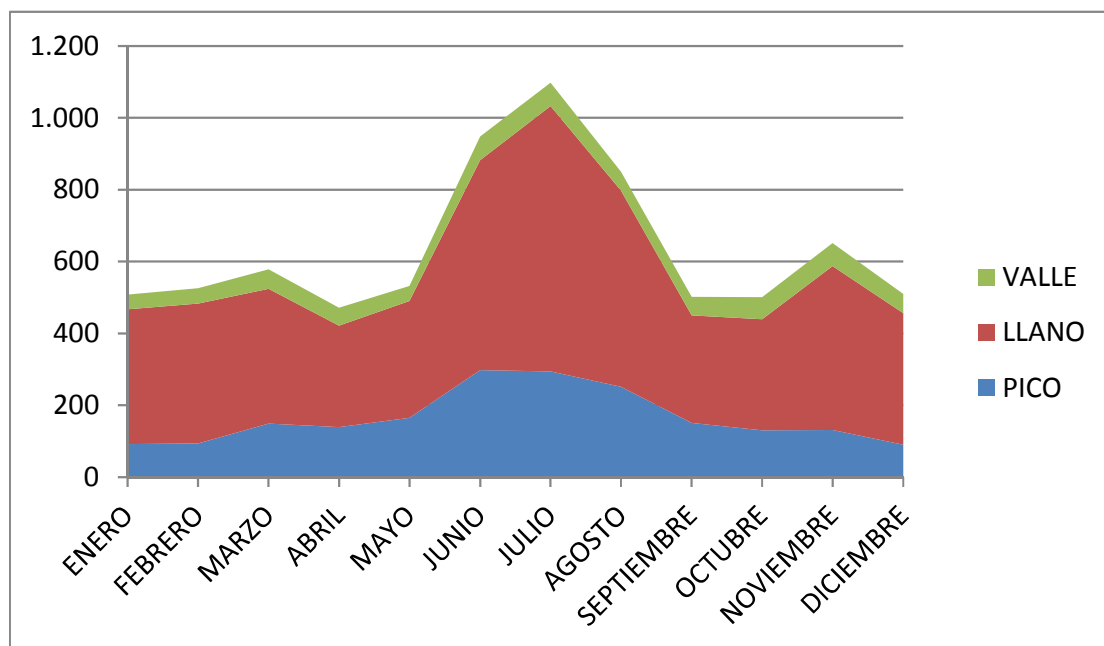


Ilustración 25: Gráfico consumo medio diario 2010

## 10.2.2 Año 2011

PERIODO	
DIAS	366
Desde	11/01/2011
Hasta	12/01/2012

Tabla 13: Periodo año 2011

Consumo de Energía 2011		
Periodo	Energía consumida kWhr	Energía consumida kWhr (Media diaria)
PICO	57.913	158
LLANO	160.135	438
VALLE	20.946	57
TOTAL	238.994	653

Tabla 14: Consumo energía 2011

CONSUMO MEDIO DIARIO 2011												
Periodo	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PICO	105	99	122	158	151	237	225	256	131	172	117	107
LLANO	432	400	329	299	348	565	661	624	376	455	367	354
VALLE	54	57	56	57	57	64	65	62	41	71	52	52
TOTAL	592	557	507	514	556	865	952	941	548	698	536	513

Tabla 15: Consumo medio diario 2011

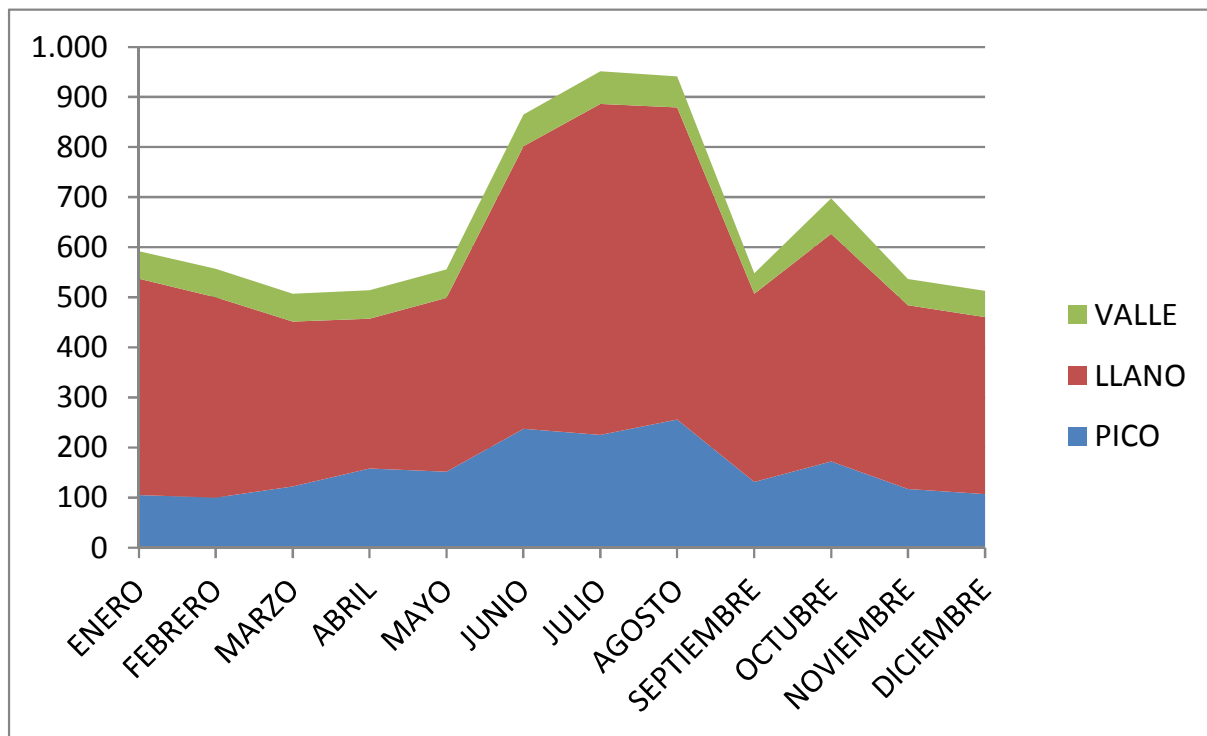


Ilustración 26: Gráfico consumo medio diario 2011

### 10.2.3 Año 2012

PERIODO	
DIAS	368
Desde	12/01/2012
Hasta	14/01/2013

Tabla 16: Periodo año 2012

Consumo de Energía 2012		
Periodo	Energía consumida kWh	Energía consumida kWh (Media diaria)
PICO	40.926	111
LLANO	115.146	313
VALLE	16.825	46
TOTAL	187.761	510

Tabla 17: Consumo energía 2012

CONSUMO MEDIO DIARIO 2012												
Periodo	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PICO	107	94	113	149	119	142	185	172	118	98	74	54
LLANO	393	366	274	264	240	396	605	522	317	243	273	238
VALLE	53	52	51	49	52	55	56	53	50	44	45	42
TOTAL	553	513	437	462	410	599	846	747	485	385	392	333

Tabla 18: Consumo medio diario 2012

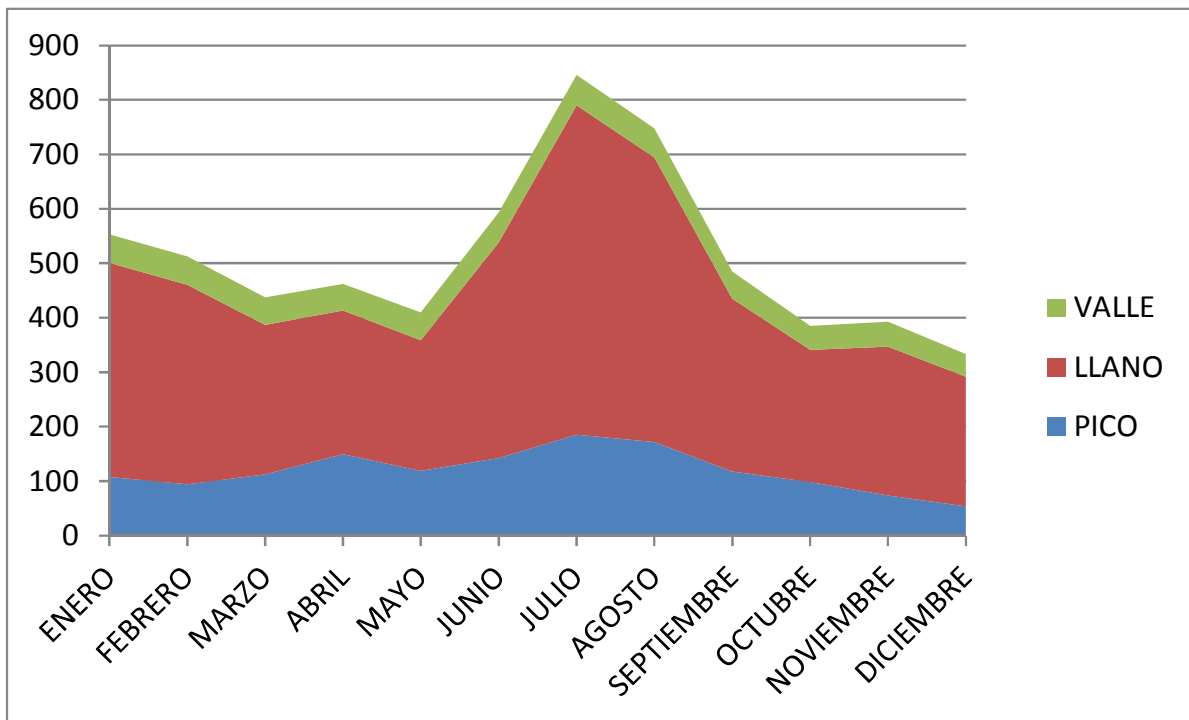


Ilustración 27: Gráfico consumo medio diario 2012

### 10.3 CONSUMOS DE POTENCIA

Según las mediciones del máxímetro los valores máximos de cada periodo son los siguientes:

MAXIMETRO	FACT. ENERO	FACT. FEBRERO	FACT. MARZO	FACT. ABRIL	FACT. MAYO	FACT. JUNIO	FACT. JULIO	FACT. AGOSTO	FACT. SEPT	FACT. OCTUBRE	FACT. NOV	FACT. DICIEMBRE	ANUAL
desde	12/01/2012	08/02/2012	08/03/2012	11/04/2012	11/05/2012	11/06/2012	11/07/2012	09/08/2012	13/09/2012	09/10/2012	13/11/2012	12/12/2012	12/01/2012
Hasta	08/02/2012	08/03/2012	11/04/2012	11/05/2012	11/06/2012	11/07/2012	09/08/2012	13/09/2012	09/10/2012	13/11/2012	12/12/2012	14/01/2013	14/01/2013
días	27	29	34	30	31	30	29	35	26	35	29	33	368
Periodo	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
PICO	81	71	49	88	74	142	137	129	114	51	55	42	86
LLANO	98	98	93	69	57	140	144	135	127	62	73	69	97
VALLE	15	15	14	14	18	27	42	19	16	12	12	9	18

Tabla 19: Valores máxímetro 2012

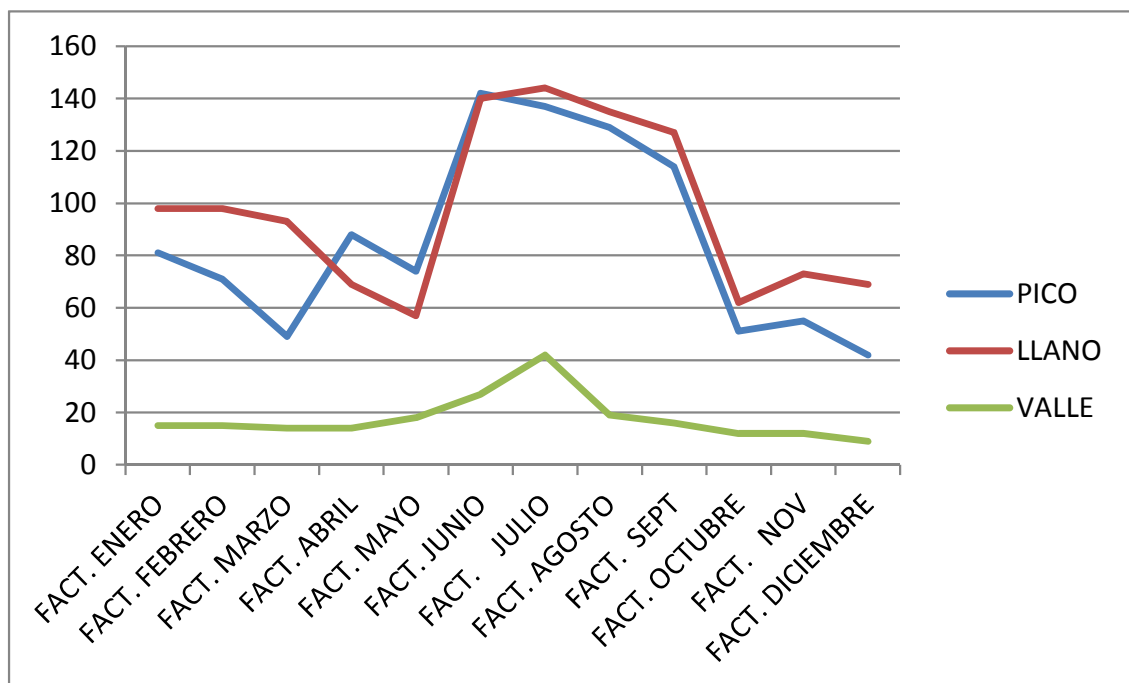


Ilustración 28: Gráfico máxímetro 2012

## 10.4 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS

Para realizar este estudio se han analizado las facturas eléctricas del museo desde Diciembre 2009 hasta Enero 2013 inclusive. Todos los consumos mensuales detallados se pueden consultar en el Anexo 3.

Para un mejor análisis de las facturas se analizan los consumos de energía, es decir, los kW consumidos (kWhr), Así mismo y para poder comparar periodos de facturación equivalentes, se calculan las medias de consumo diarias, que resulta de dividir el consumo de la factura por los días a las que se aplica, de forma que obtenemos un valor que se puede aproximar más correctamente a la realidad.

### 10.4.1 CONSUMOS ANUALES

Analizando los resultados podemos observar

***Tenemos un patrón de consumo con un pico de consumo muy importante centrado en verano y cuyos mayores valores se centran en JULIO-AGOSTO, con aumentos de consumo diario de entre un 40%-50%.***

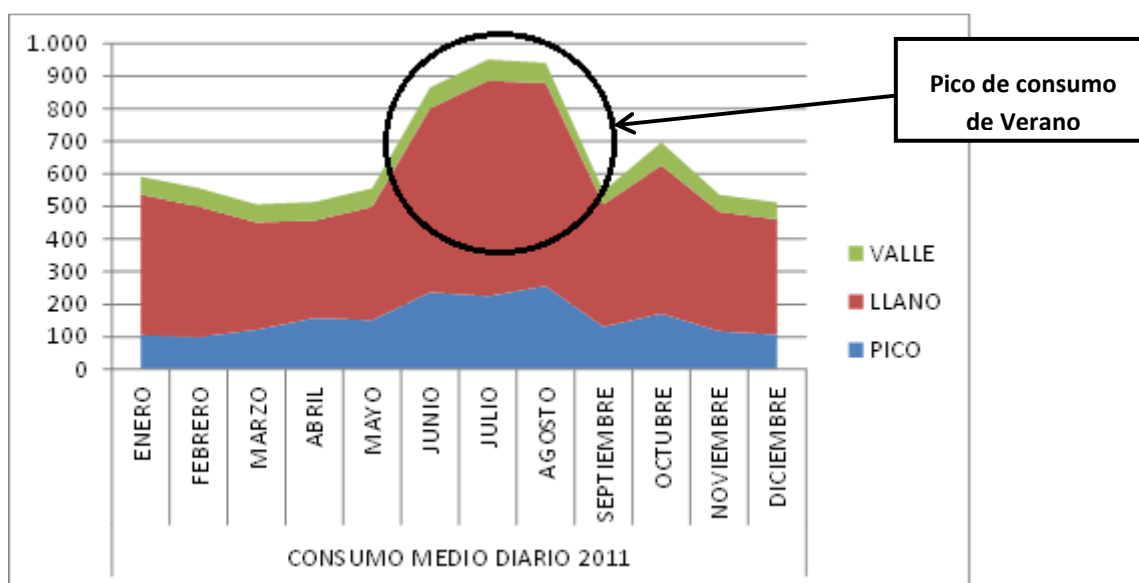


Ilustración 29: Pico consumo verano

Causas:

El uso de Aire acondicionado. Debido al aumento de temperaturas en estas fechas se comienza el uso de equipos de aire acondicionado con gran consumo eléctrico.

El horario de apertura de verano. En una semana de invierno se abre al público una media de 42hs, mientras que en una semana de verano se abre 48hs, un 14% más y en una semana de agosto se abre al público 55hs un 31% más que en invierno. Lo cual hace que tengamos un aumento drástico en el consumo de periodo pico y llano que coinciden los periodos de apertura del museo.

***Tenemos un segundo pico de consumo de menor cuantía en los meses de octubre – Noviembre.***

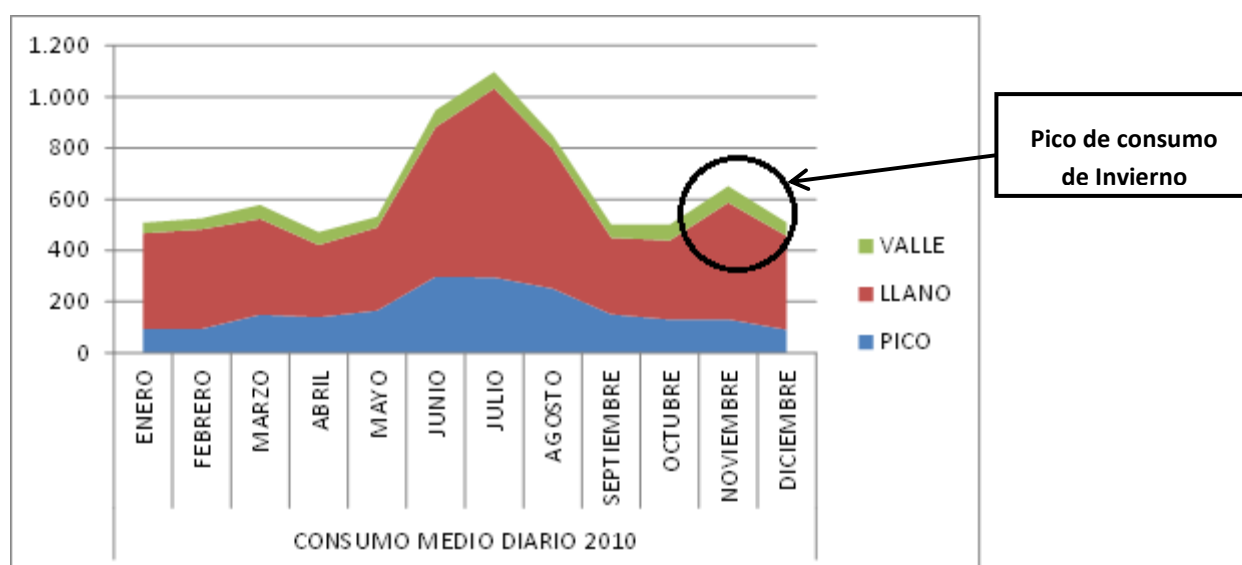


Ilustración 30: Pico consumo invierno

Corresponde con la llegada del frío del invierno y que tiene un descenso en el mes de Diciembre debido a las fiestas de estas fechas y la menor apertura al público del centro. Si observamos la curva de distribución de consumos correspondiente al año 2012 y lo comparamos con los anteriores se puede ver claramente que este pico desaparece por la implementación de la iluminación LED.

***El consumo en el Periodo valle permanece durante todo el año prácticamente constante sin grandes variaciones.***

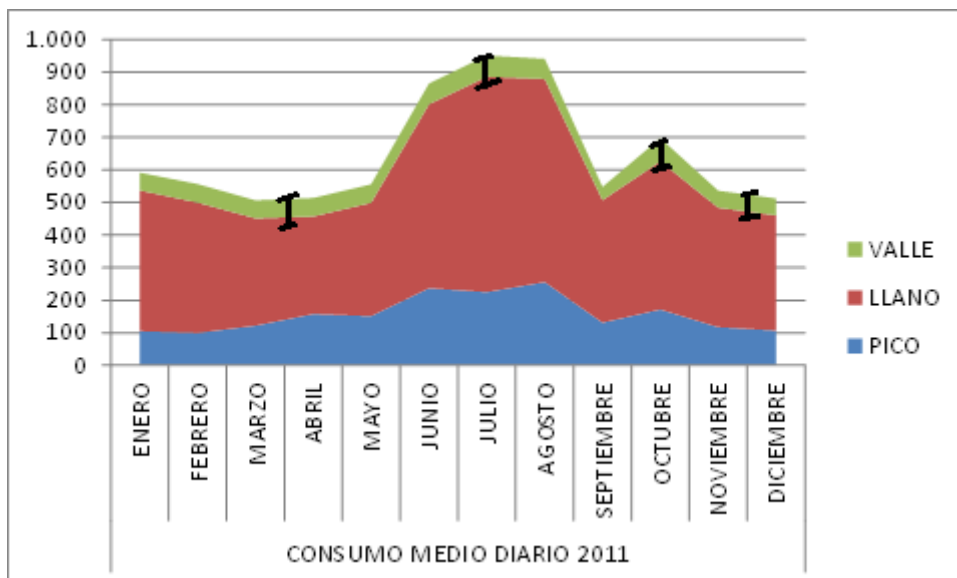


Ilustración 31: Consumo valle constante

Esto es debido a que el consumo en este periodo se produce cuando las instalaciones están cerradas al público.

***Comparando el consumo medio diario entre 2010 y 2011 no existen variaciones significativas, sin embargo en el 2012 podemos apreciar un descenso del consumo de un 20%.***

Consumo de Energía 2010			
Periodo	Energía consumida kWhr	Energía consumida kWhr (Media diaria)	Variación (%)
2010	233.928	639	-
2011	238.994	653	2%
2012	187.761	510	-22%

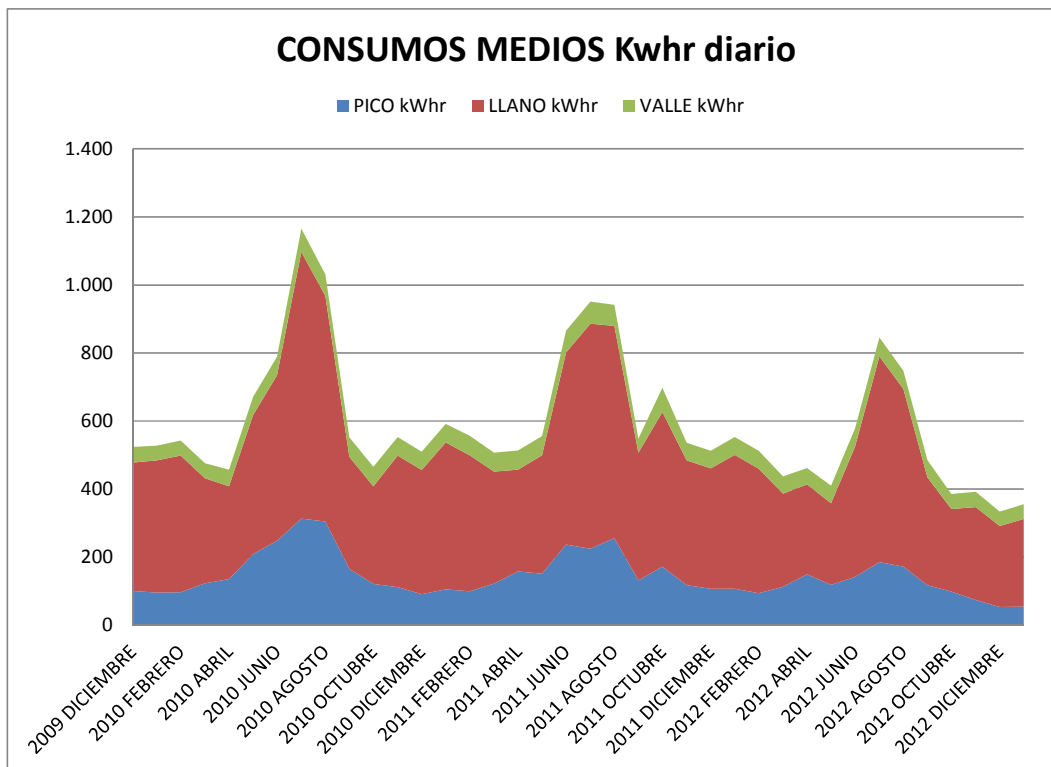
Tabla 20: Consumo energía 2010

Este descenso del consumo se produce por dos motivos principales:

- La sustitución de la iluminación por tecnología led
- Los cambios en la política del Aire acondicionado en el periodo de Verano



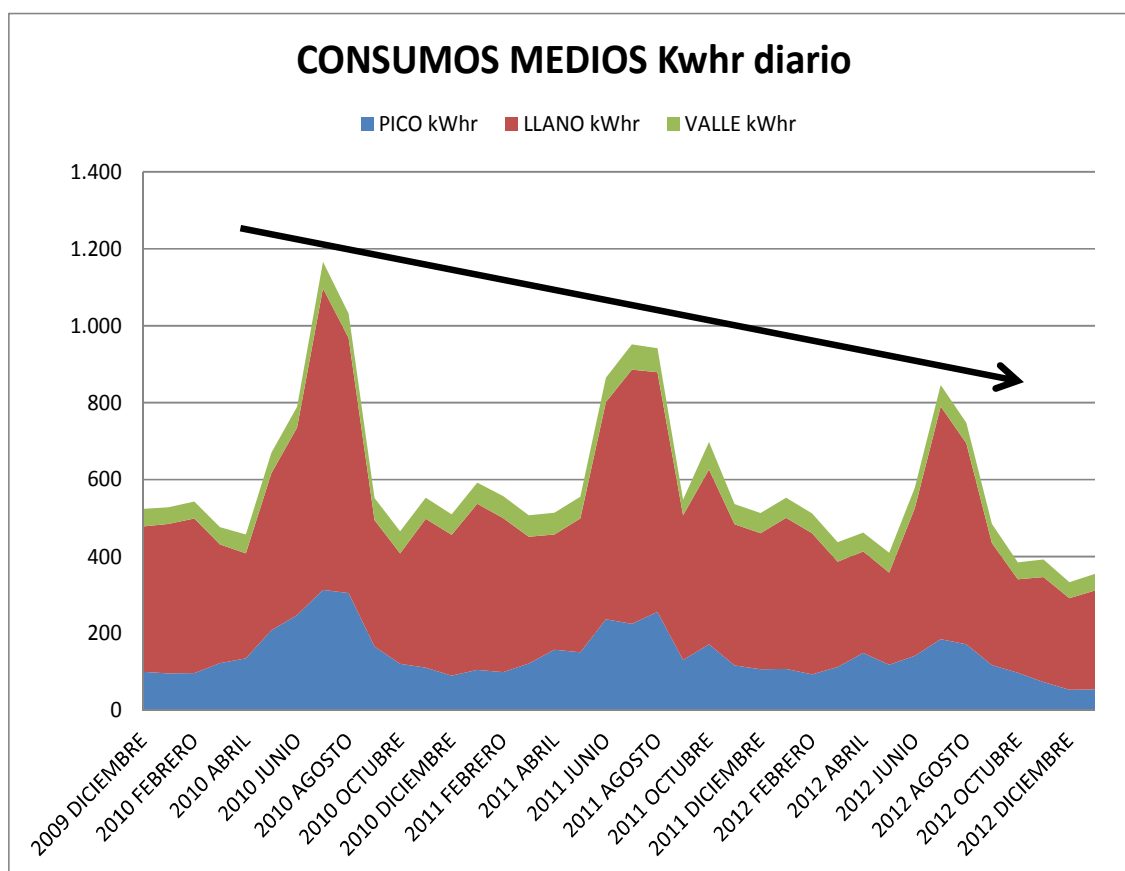
**Comparando las curvas de consumos medio diarios a lo largo de los tres años 2010, 2011, 2012**



**Ilustración 32: Consumo medio diario últimos años**

**Podemos observar que se están tomando medidas correctoras en los meses de verano para reducir el consumo pico en dichos meses.**

Lo cual denota que el museo lleva implementando los últimos años una política de ahorro y eficiencia energética, dentro de la cual podemos contar como una nueva medida de gran efecto el cambio a LED de los sistemas de iluminación implantados a finales de 2012



**Ilustración 33: Disminución consumo medio diario últimos años**

#### 10.4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE NOVIEMBRE 2012

Es de especial interés la comparación de consumo de Noviembre de 2012 con los años anteriores 2011 y 2010 pues es en este mes cuando se comienzan a realizar las sustituciones y se habían acometido una parte del cambio de la iluminación, lo que nos permite observar el comportamiento de los consumos.

##### *Datos del Consumo energético*

CONSUMO FACTURA NOVIEMBRE kWhr			
PERIODO	2010	2011	2012
desde	10/11/2010	11/11/2011	13/11/2012
Hasta	13/12/2010	09/12/2011	12/12/2012
días	33	28	29
PICO	3.673	3.282	2.139
LLANO	12.764	10.277	7.921
VALLE	1.802	1.458	1.319
TOTAL	18.239	15.017	11.379

Tabla 21: Consumo factura noviembre 2012

CONSUMO MEDIO DIARIO NOVIEMBRE (kWhr)			
PERIODO	2010	2011	2012
PICO	111	117	74
LLANO	387	367	273
VALLE	55	52	45
TOTAL	553	536	392

Tabla 22: Consumo medio diario noviembre

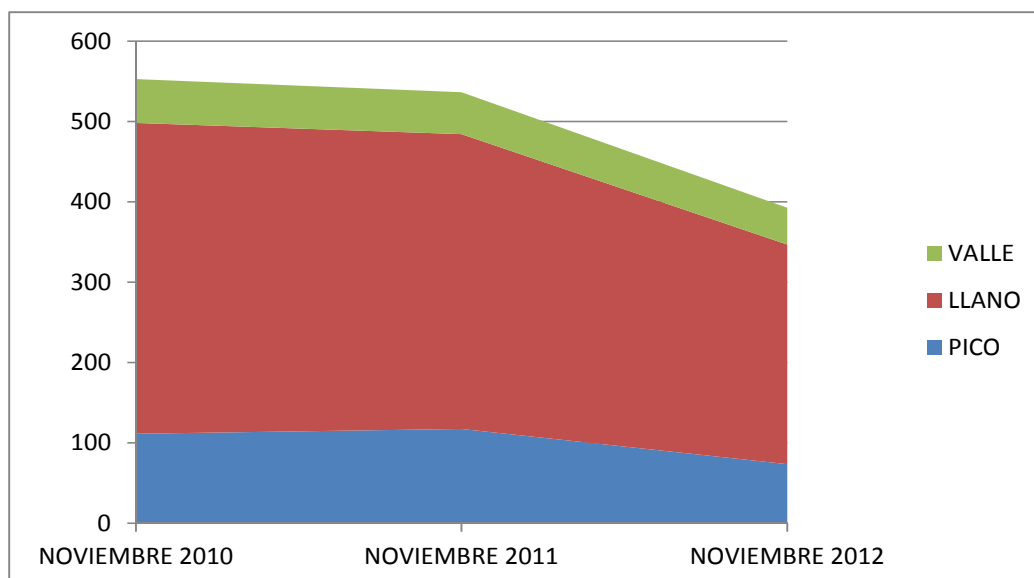


Ilustración 34: Disminución consumo medio diario noviembre 2010-12

## SIMULACIÓN DE LA FACTURA

Para poder comparar las facturas y el importe económico en euros de las mismas de años pasados, es necesario hacer una simulación facturación, y por lo tanto calcular el importe equivalente en euros que nos hubiera llegado, para ello multiplicamos el consumo de energía en dicho periodo por el precio actual del contrato de la energía, en este caso se ha calculado el precio con el IVA, utilizamos el precio actual para uniformizar los valores, de esta forma actualizamos las facturas de años anteriores a fechas actuales.

PERIODO	Precio energía €/kWh	Precio energía €/kWh C/IVA
VALLE	0,076612 €	0,092701 €
LLANO	0,140562 €	0,170080 €
PICO	0,187092 €	0,226381 €

Tabla 23: Precio energía

CONSUMO FACTURA NOVIEMBRE			
PERIODO	2010	2011	2012
PICO	831,50 €	742,98 €	484,23 €
LLANO	2.170,90 €	1.747,91 €	1.347,20 €
VALLE	167,05 €	135,16 €	122,27 €
TOTAL	3.169,45 €	2.626,05 €	1.953,71 €

Tabla 24: Consumo facturas Noviembre

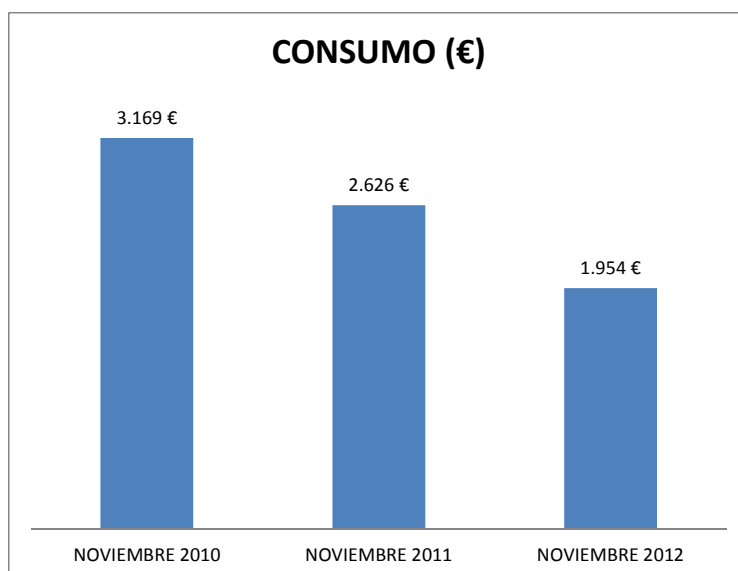


Ilustración 35: Consumo facturas Noviembre



## **AHORROS NOVIEMBRE 2012**

### **Ahorro en consumo energético en valor absoluto**

CONSUMO FACTURA NOVIEMBRE kWh			
PERIODO	2010	2011	2012
desde	10/11/2010	11/11/2011	13/11/2012
Hasta	13/12/2010	09/12/2011	12/12/2012
días	33	28	29
TOTAL	18.239	15.017	11.379
AHORRO (kWh)	6.860	3.638	0
AHORRO (%)	37,61%	24,23%	0,00%

Tabla 25: Consumo factura Noviembre kWh

### **Ahorro en consumo energético medio diario**

CONSUMO MEDIO DIARIO NOVIEMBRE (kWh)			
PERIODO	2010	2011	2012
Energía/día kWh	553	536	392
AHORRO (kWh)	160	144	0
AHORRO (%)	29,01%	26,84%	0,00%

Tabla 26: Consumo medio diario Noviembre (kWh)

### **Ahorros económicos producidos por el cambio a led**

CONSUMO FACTURA NOVIEMBRE			
PERIODO	2010	2011	2012
Factura	3.169,45 €	2.626,05 €	1.953,71 €
AHORRO (kW/h)	1.215,74 €	672,35 €	0,00 €
AHORRO (%)	38,36%	25,60%	0,00%

Tabla 27: Consumo factura Noviembre

### 10.4.3 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE DICIEMBRE 2012

Es de especial interés la comparación de consumo de Diciembre de 2012 con los años anteriores 2011 y 2010 pues es en este mes cuando se terminan de realizar las sustituciones lo que nos permite observar el comportamiento de los consumos y el nuevo patrón de consumos que tendremos en el futuro.

#### *Datos del Consumo energético*

CONSUMO FACTURA DICIEMBRE kWhr				
PERIODO	2009	2010	2011	2012
desde	09/12/2009	13/12/2010	09/12/2011	12/12/2012
Hasta	14/01/2010	11/01/2011	12/01/2012	14/01/2013
días	36	29	34	33
PICO	3.604	10.611	3.635	1.767
LLANO	13.601	1.532	12.021	7.858
VALLE	1.656	14.771	1.776	1.380
TOTAL	18.861	18.239	17.432	11.005

Tabla 28: Consumo factura Diciembre kWhr

CONSUMO MEDIO DIARIO DICIEMBRE (kWhr)				
PERIODO	2009	2010	2011	2012
PICO	100	91	110	54
LLANO	378	366	364	238
VALLE	46	53	54	42
TOTAL	524	509	528	333

Tabla 29: Consumo medio diario Diciembre (kWhr)

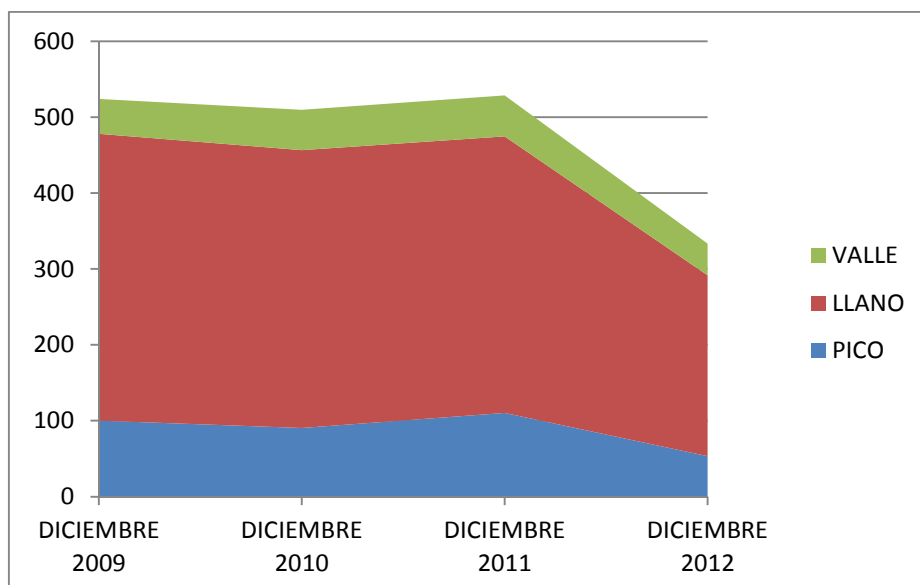


Ilustración 36: Consumo medio diario Diciembre (kWhr)

## SIMULACIÓN DE LA FACTURA

Para poder comparar las facturas y el importe económico en euros de las mismas de años pasados, es necesario hacer una simulación facturación, y por lo tanto calcular el importe equivalente en euros que nos hubiera llegado, para ello multiplicamos el consumo de energía en dicho periodo por el precio actual del contrato de la energía, en este caso se ha calculado el precio con el IVA, utilizamos el precio actual para uniformizar los valores, de esta forma actualizamos las facturas de años anteriores a fechas actuales.

PERIODO	Precio energía €/kWh	Precio energía €/kWh C/IVA
VALLE	0,076612 €	0,092701 €
LLANO	0,140562 €	0,170080 €
PICO	0,187092 €	0,226381 €

Tabla 30: Precio energía

CONSUMO FACTURA DICIEMBRE				
PERIODO	2009	2010	2011	2012
PICO	815,88 €	594,93 €	822,90 €	400,02 €
LLANO	2.313,26 €	1.804,72 €	2.044,53 €	1.336,49 €
VALLE	153,51 €	142,02 €	164,64 €	127,93 €
<b>TOTAL</b>	<b>3.282,65 €</b>	<b>2.541,67 €</b>	<b>3.032,06 €</b>	<b>1.864,43 €</b>

Tabla 31: Consumo factura Diciembre

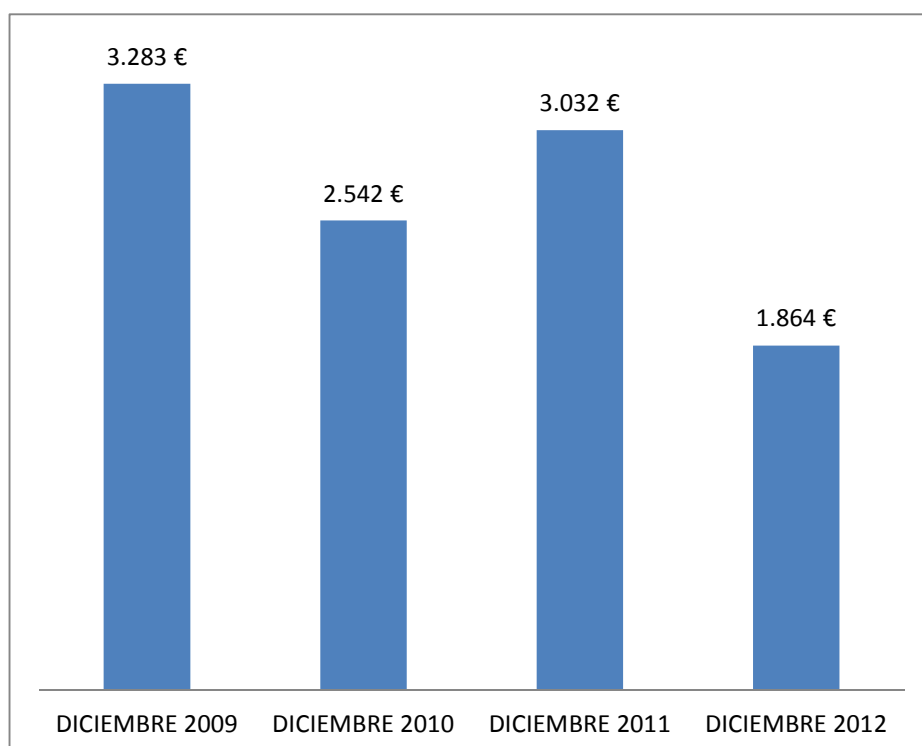


Ilustración 37: Consumo factura Diciembre

## AHORROS DICIEMBRE 2012

### Ahorro en consumo energético en valor absoluto

CONSUMO FACTURA DICIEMBRE kWhr				
PERIODO	2009	2010	2011	2012
desde	09/12/2009	13/12/2010	09/12/2011	12/12/2012
Hasta	14/01/2010	11/01/2011	12/01/2012	14/01/2013
días	36	29	34	33
<b>TOTAL</b>	18.861	18.239	17.432	11.005
<b>AHORRO (kWhr) Vs 2012</b>	7.856	7.234	6.427	0
<b>AHORRO (%) Vs 2012</b>	41,65%	39,66%	36,87%	0,00%

Tabla 32: Consumo factura Diciembre kWhr

### Ahorro en consumo energético medio diario

CONSUMO MEDIO DIARIO DICIEMBRE (kWhr)				
PERIODO	2009	2010	2011	2012
Energía/día kWhr	524	509	528	333
<b>AHORRO (kWhr) Vs 2012</b>	190	176	195	0
<b>AHORRO (%) Vs 2012</b>	36,35%	34,53%	36,87%	0,00%

Tabla 33: Consumo medio diario Diciembre (kWhr)

### Ahorros económicos producidos por el cambio a led

CONSUMO FACTURA DICIEMBRE				
PERIODO	2009	2010	2011	2012
<b>Factura</b>	3.282,65 €	2.541,67 €	3.032,06 €	1.864,43 €
<b>AHORRO (€) Vs 2012</b>	1.418,22 €	677,24 €	1.167,63 €	0,00 €
<b>AHORRO (%) Vs 2012</b>	43,20%	26,65%	38,51%	0,00%

Tabla 34: Consumo factura Diciembre



#### 10.4.4 ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERO 2012

Es de especial interés la comparación de consumo de Enero de 2013 con los años anteriores 2012 y 2011 pues es este mes el primero donde los cambios en la iluminación se han terminado por completo.

##### *Datos del Consumo energético*

CONSUMO FACTURA ENERO kWhr				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
desde	14/01/2010	11/01/2011	12/01/2012	14/01/2013
Hasta	09/02/2010	07/02/2011	08/02/2012	08/02/2013
días	26	27	27	25
PICO	1.363	2.831	2.900	1.363
LLANO	6.437	11.677	10.616	6.437
VALLE	1.083	1.471	1.421	1.083
TOTAL	13.723	15.979	14.937	8.883

Tabla 35: Consumo factura Enero kWhr

CONSUMO MEDIO DIARIO ENERO (kWhr)				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
PICO	96	105	107	55
LLANO	389	432	393	257
VALLE	43	54	53	43
TOTAL	528	592	553	355

Tabla 36: Consumo medio diario Enero (kWhr)

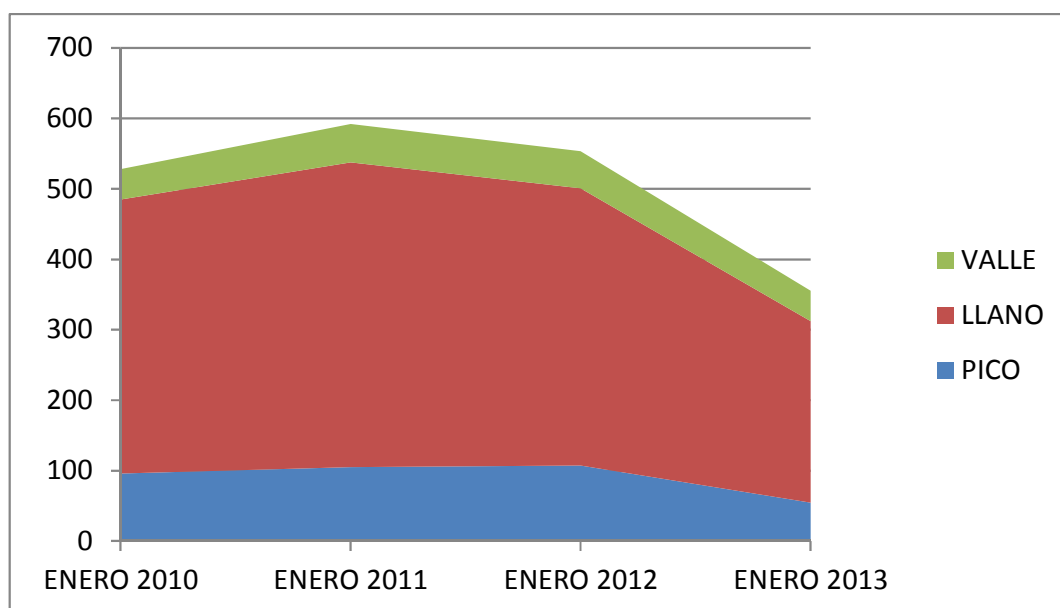


Ilustración 38: Consumo medio diario Enero (kWhr) 65

## SIMULACIÓN DE LA FACTURA

Para poder comparar las facturas y el importe económico en euros de las mismas de años pasados, es necesario hacer una simulación facturación, y por lo tanto calcular el importe equivalente en euros que nos hubiera llegado, para ello multiplicamos el consumo de energía en dicho periodo por el precio actual del contrato de la energía, en este caso se ha calculado el precio con el IVA, utilizamos el precio actual para uniformizar los valores, de esta forma actualizamos las facturas de años anteriores a fechas actuales.

PERIODO	Precio energía €/kWh	Precio energía €/kWh C/IVA
VALLE	0,076612 €	0,092701 €
LLANO	0,140562 €	0,170080 €
PICO	0,187092 €	0,226381 €

Tabla 37: Precio energía

CONSUMO FACTURA ENERO				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
PICO	564,37 €	640,89 €	656,51 €	308,56 €
LLANO	1.719,85 €	1.986,02 €	1.805,57 €	1.094,81 €
VALLE	103,64 €	136,36 €	131,73 €	100,39 €
TOTAL	2.387,86 €	2.763,27 €	2.593,80 €	1.503,76 €

Tabla 38: Consumo factura Enero

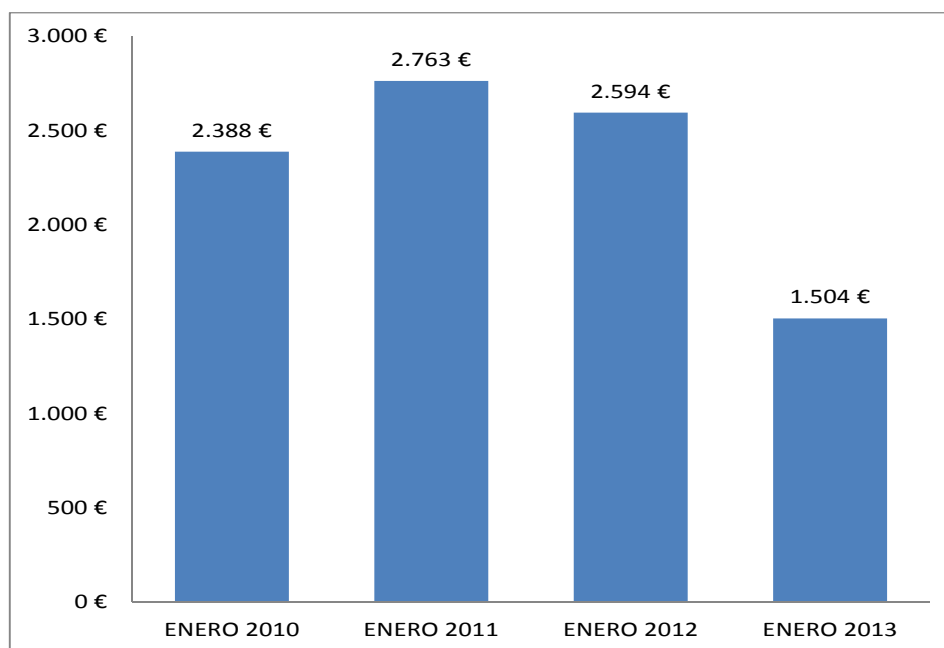


Ilustración 39: Consumo factura Enero

## AHORROS ENERO 2013

### Ahorro en consumo energético en valor absoluto

CONSUMO FACTURA ENERO kWhr				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
desde	14/01/2010	11/01/2011	12/01/2012	14/01/2013
Hasta	09/02/2010	07/02/2011	08/02/2012	08/02/2013
días	26	27	27	25
<b>TOTAL</b>	13.723	15.979	14.937	8.883
<b>AHORRO (kWhr) Vs 2013</b>	4.840	7.096	6.054	0
<b>AHORRO (%) Vs 2013</b>	35,27%	44,41%	40,53%	0,00%

Tabla 39: Consumo factura Enero kWhr

### Ahorro en consumo energético medio diario

CONSUMO MEDIO DIARIO ENERO (kWhr)				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
Energía/día kWhr	528	592	553	355
<b>AHORRO (kWhr) Vs 2013</b>	172	236	198	0
<b>AHORRO (%) Vs 2013</b>	32,68%	39,96%	35,77%	0,00%

Tabla 40: Consumo medio diario Enero (kWhr)

### Ahorros económicos producidos por el cambio a led

CONSUMO FACTURA ENERO				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
Factura	2.387,86 €	2.763,27 €	2.593,80 €	1.503,76 €
<b>AHORRO (kW/h) Vs 2013</b>	884,10 €	1.259,51 €	1.090,05 €	0,00 €
<b>AHORRO (%) Vs 2013</b>	37,02%	45,58%	42,02%	0,00%

Tabla 41: Consumo factura Enero

#### 10.4.5 AHORROS ESTIMADOS PARA 2013

Según los datos observados anteriormente podemos calcular un ahorro estimado para el año 2013.

Tomando el dato de Ahorro en el consumo medio diario de enero 2013

CONSUMO MEDIO DIARIO ENERO (kWhr)				
PERIODO	2010	2011	2012	2013
Energía/día kWhr	528	592	553	355
AHORRO (kWhr) Vs 2013	172	236	198	0
AHORRO (%) Vs 2013	32,68%	39,96%	35,77%	0,00%

Tabla 42: Consumo medio diario Enero (kWhr)

A partir de estos datos se observa que se ahorran 200kWhr día, multiplicando por 365 días y por el precio medio del mix de kWhr tenemos una estimación del Ahorro.

PERIODO	Precio energía €/kWh	Precio energía €/kWh C/IVA
VALLE	0,076612 €	0,092701 €
LLANO	0,140562 €	0,170080 €
PICO	0,187092 €	0,226381 €

Tabla 43: Precio energía

FACTURA 2012	ANUAL 2012		
desde	12/01/2012		
Hasta	14/01/2013		
días	368		
Periodo	CTP	Precio energía €/kWh C/IVA	Consumo € C/IVA
PICO kW/h	43.651	0,226381 €	9.882 €
LLANO kW/h	125.767	0,170080 €	21.390 €
VALLE kW/h	18.343	0,092701 €	1.700 €
TOTAL	187.761	0,175610 €	32.973

Tabla 44: CTP, Consumo de energía total del periodo facturado

PRECIO MEDIO DEL MIX €/kWh C/IVA	0,17561
AHORRO Kw/h Diario	200
DIAS Año	365
AHORRO Kw/h Anual	73000
AHORRO Economico en Factura reduccion Iluminacion (€)	12.819 €



Estimamos que se van a producir unos ahorros del 10% por la disminución del consumo en aire acondicionado

Así mismo hemos estimado que se pueden ahorrar unos 726€ en la factura anual si se reduce la potencia contratada a 95kW

<b>AHORRO Economico en Factura reduccion Iluminacion (€)</b>	<b>12.819 €</b>
<b>AHORRO Economico en Factura Aire acondicionado (€)</b>	<b>1.282 €</b>
<b>AHORRO Economico en Factura reduccion Potencia (€)</b>	<b>726 €</b>
<b>TOTAL AHORRO EN FACTURAS 2013 (€)</b>	<b>14.827 €</b>

# 11. CONCLUSIONES

## 11.1 VITRINAS

Se ha realizado la sustitución de la iluminación a Led de la mayoría de las vitrinas expositoras de las piezas del Museo, produciéndose las siguientes mejoras:

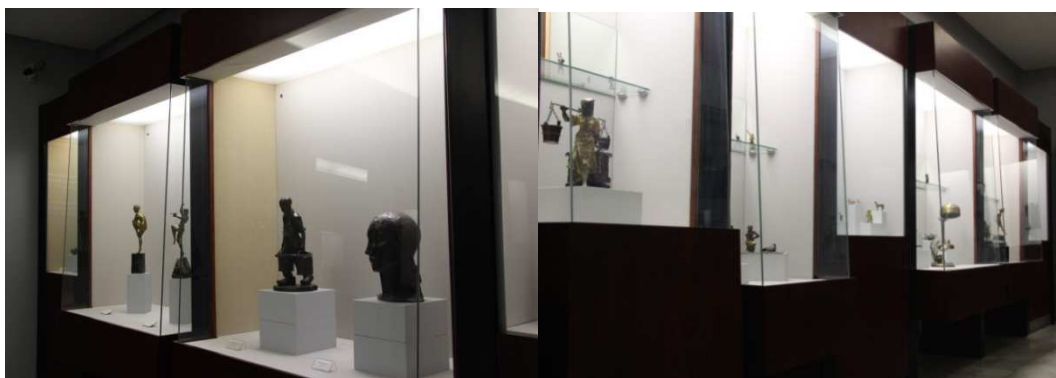
Mejoras en la conservación.

- **Menos temperatura.** Reducción de la temperatura dentro de la Vitrina (La luz led, es luz fría no emite radiaciones caloríficas).
- **Eliminación de Radiaciones UV.** Reducción y o eliminación de las Radiaciones Ultra Violetas (La luz led no emite radiaciones dentro de este espectro).

Mejoras de la calidad y cantidad de iluminación.

- **Más Uniformidad.** Se ha uniformado toda la iluminación de las vitrinas, eligiendo una temperatura color neutra 4500°k.
- **Más luz.** Se ha aumentado la iluminancia media de las vitrinas en aproximadamente un 50%.
- **Más Calidad de la Luz.** La luz led ha mejorado la percepción de los colores así como de la de las piezas en sí mismo, dando más claridad y permitiendo una gran percepción de matices que antes no se podían observar y una nueva concepción de la pieza en sí misma.





## 11.2 ZONAS DE EXPOSICIÓN

Por otro lado se ha realizado el cambio a led de los patios, alto y bajo así como de varias salas de exposiciones donde se han producido importantes mejoras

- Mejoras en la conservación.
- **Menos temperatura.** Reducción de la temperatura a las que están sometidas las piezas, esculturas, cuadro, muebles, etc.(La luz led, es luz fría no emite radiaciones caloríficas).
- **Eliminación de Radiaciones UV.** Reducción y o eliminación de las Radiaciones Ultra Violetas (La luz led no emite radiaciones dentro de este espectro).

Mejoras de la calidad y cantidad de iluminación.

- **Más Uniformidad.** Se ha uniformado toda la iluminación general, eligiendo una temperatura color cálida 3200°k, para todas estas zonas.
- **Más luz.** Se ha aumentado la iluminancia media de las piezas en más un 200%.
- **Más Calidad de la Luz.** La luz led ha mejorado la percepción de los colores así como de la de las piezas en sí mismo, dando más claridad y permitiendo una gran percepción de matices que antes no se podían observar y una nueva concepción de la pieza en sí misma.
- **Luz Acentuada.** El uso de focos y lámparas Led de pequeño ángulo de apertura (<10°) ha mejorado y acentuado las piezas realizándolas de una forma espectacular, casi teatral.



### 11.3 GENERAL

El resultado final ha sido el siguiente:

- Se han sustituido el 90% de las lámparas y/o luminarias.
- Se han reducido en cerca de 40kW la potencia instalada.
- Se ha aumentado el nivel y la calidad de la de iluminación.
- Durante el mes de Noviembre 2012 y comparándolo con el mismo mes de Noviembre 2011 el museo se ha ahorrado
  - El 24% del consumo total de kW.
  - El 27% del consumo medio diario de energía kWhr.
  - El 27% de la factura.
  - Unos 700€ de la factura correspondiente a este mes.





- Durante el mes de Diciembre 2012 y comparándolo con el mismo mes de 2011 el museo se ha ahorrado
  - El 37% del consumo total de kW.
  - El 37% del consumo medio diario de energía kWhr.
  - El 38,5% de la factura.
  - Unos 1200€ de la factura correspondiente a este mes.
- Durante el mes de Enero 2013 y comparándolo con el mismo mes de 2012 el museo se ha ahorrado
  - El 40,5% del consumo total de kW.
  - El 36% del consumo medio diario de energía kWhr.
  - El 42% de la factura.
  - Unos 1100€ de la factura correspondiente a este mes.
- Se estiman unos ahorros anuales de 14.830€ en factura.

El total de las lámparas y luminarias sustituidas y/o eliminadas y el consumo de las mismas se detallarán en el **Anexo 3**.



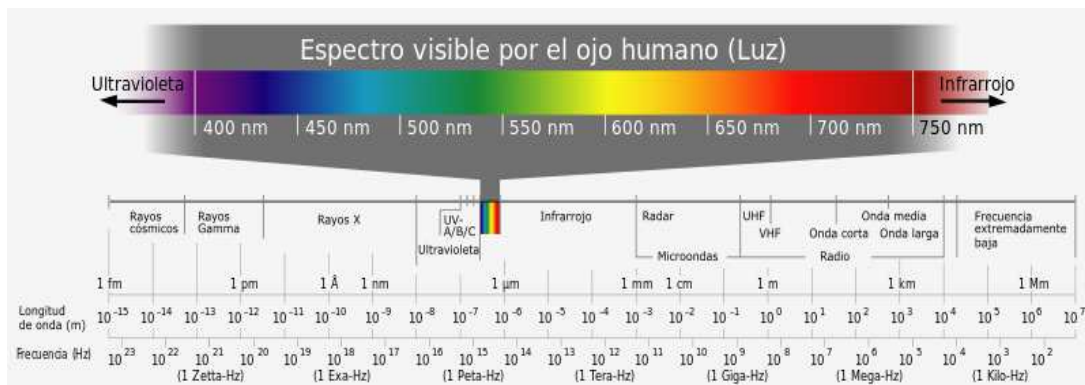
## **ANEXO 1: FUNDAMENTOS Y SISTEMAS DE ILUMINACIÓN**

## I. GLOSARIO DE DEFINICIONES TÉCNICAS

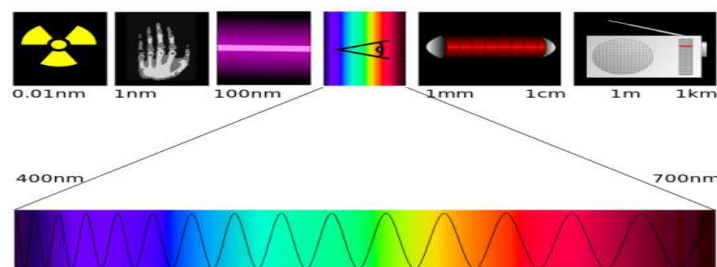
**RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:** es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.

Puede manifestarse de diversas maneras como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

Atendiendo a su longitud de onda, la radiación electromagnética recibe diferentes nombres, y varía desde los energéticos rayos gamma, con una longitud de onda del orden de picómetros, hasta las ondas de radio, con longitudes de onda del orden de kilómetros. El rango completo de longitudes de onda es lo que se denomina el espectro electromagnético.

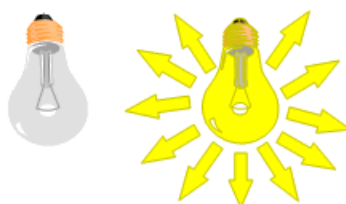


**LA LUZ:** es la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano. Es un minúsculo intervalo que va desde la longitud de onda correspondiente al color violeta, aproximadamente 400 nanómetros, hasta la longitud de onda correspondiente al color rojo, de unos 700 nanómetros.



## MAGNITUDES LUMINOTECNICAS

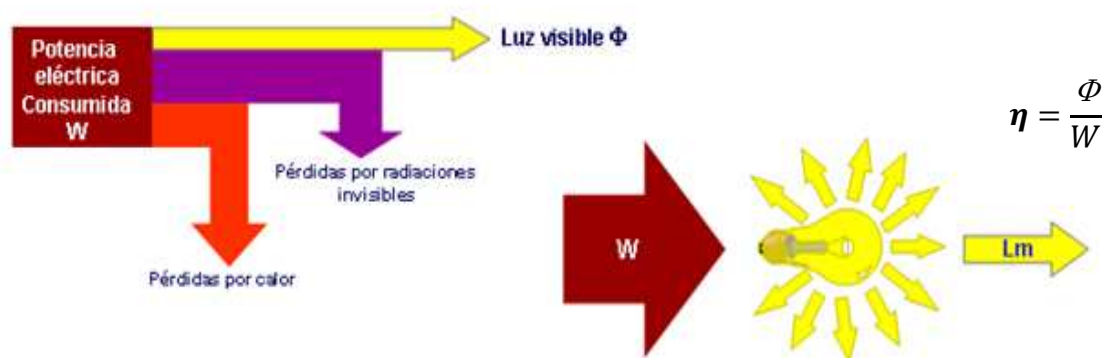
**FLUJO LUMINOSO:** Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa y se define como la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, se mide en Lumen (Lm).



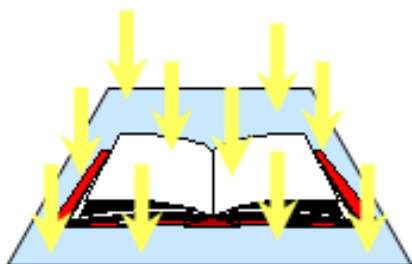
$$\Phi = \text{Flujo luminoso} = \text{lumen (lm)}$$

**EFICACIA LUMINOSA:** Expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como un instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible.

Se define mediante la relación del flujo luminoso entregado, en lumen, y la potencia consumida, en vatios.



**ILUMINANCIA (Nivel de iluminación):** Es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Su unidad de medida es el **lux** ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ).

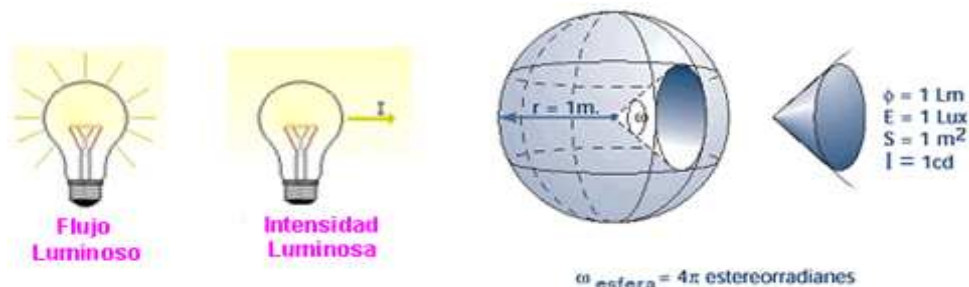


$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Para la medida de la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente se utiliza el *luxómetro*, que consiste en una célula fotoeléctrica que al incidir la luz sobre su superficie, genera una débil corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente.

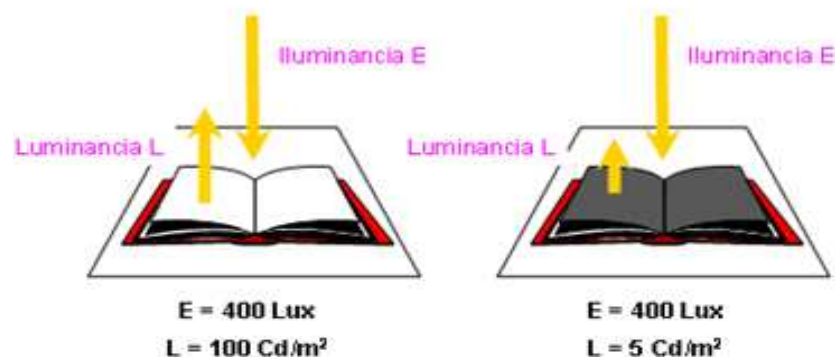
**INTENSIDAD LUMINOSA:** Es la relación que existe entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada, y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes. Su unidad es la Candela (cd = lm/sr).

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$



**LUMINANCIA:** Intensidad luminosa reflejada por una superficie. Su valor se obtiene dividiendo la intensidad luminosa por la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su unidad es **candelas/m<sup>2</sup>**

$$L = \frac{I}{S}$$



**ILUMINACIÓN MANTENIDA ( $E_m$ ):** Iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación.

**ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO (UGR):** El deslumbramiento es la sensación molesta producida por áreas brillantes intensas dentro del campo de visión. El índice de deslumbramiento unificado (UGR) cuantifica el deslumbramiento ocasionado directamente por las fuentes de luz, tomando valores entre 10 y 31, siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto sea el valor obtenido.

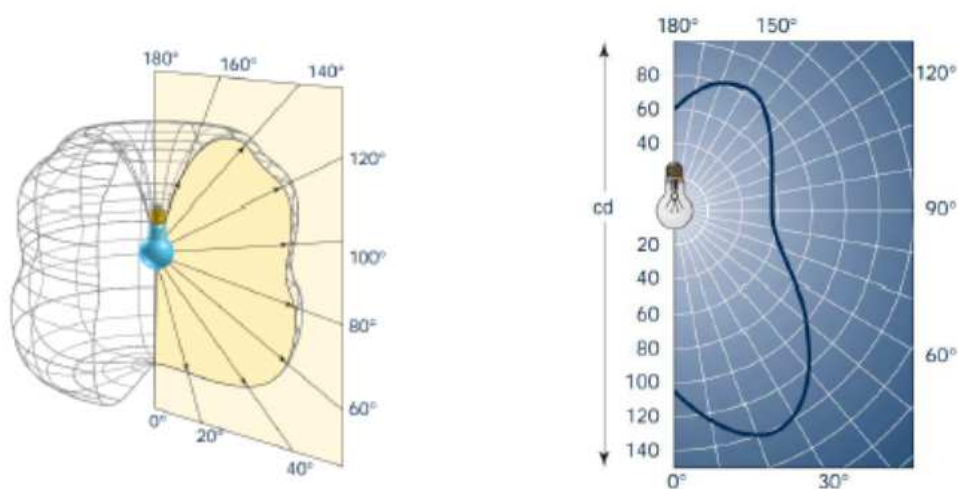
**ELECTROLUMINISCENCIA:** Es la propiedad de un cuerpo de volverse luminoso bajo la influencia de una corriente, un campo eléctrico o una descarga.

**FLUORESCENCIA:** Es la propiedad de una sustancia para emitir luz cuando es expuesta a radiaciones del tipo ultravioleta, rayos catódicos o rayos X.

## CURVAS FOTOMÉTRICAS

Las curvas de distribución fotométrica son gráficas polares que se elaboran según las características de las fuentes luminosas, proporcionando información sobre la distribución de la luz en diversas zonas y ángulos.

Si la luminaria se encuentra en el centro de una esfera de radio  $R$ , entonces la curva de distribución fotométrica de dicha luminaria se puede determinar realizando medidas de intensidad luminosa en diversos ángulos, siguiendo la superficie de la esfera.



## CALIDAD DE LA LUZ

El índice de reproducción cromática junto con la temperatura de color son los dos factores que permiten definir una fuente luminosa.

**TEMPERATURA DE COLOR:** es una medida que se especifica en las lámparas y se refiere a la apariencia o tonalidad de la luz que emite la fuente luminosa. Se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada expresada en kelvin.



La forma en que vemos cierto ambiente depende de la tonalidad de luz de la lámpara y es crucial para establecer una atmósfera de confort o fresca.

Las fuentes de luz que percibimos blancas y brillantes o azuladas tienen una temperatura de color por encima de los 5000K y la luz se denomina “luz fría”, se usan en aplicaciones industriales, oficinas, hospitales, etc.

Las fuentes de luz que percibimos rojizas o amarillentas tienen una temperatura de color por debajo de los 3300K y se denomina “luz cálida”, se usan en lugares donde se requiera un ambiente de hospitalidad y confort por ejemplo, tiendas de ropa, hogar, restaurantes, etc.

Fuentes de luz con temperatura de color entorno a los 4000-4500K se consideran neutras y comúnmente son usadas en lugares de trabajo incluyendo oficinas, salas de conferencias, bibliotecas, escuelas.

**ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA (IRC):** es una medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal.

El IRC se mide en una escala de 0 a 100. La luz del sol, y la luz de una lámpara incandescente tienen un IRC de 100. Es importante saber que los objetos y personas iluminados bajo la luz con un alto IRC se ven más naturales, además que el nivel de iluminación se percibe como mayor.

Según la clasificación del índice cromático de una lámpara:

Índice de reproducción cromático (IRC)	Nivel de reproducción cromático
IRC de 85 a 100	Excelente
IRC de 70 a 84	Bueno
IRC de 40 a 69	Aceptable
IRC menor de 40	Limitado

## DURACIÓN DE UNA LÁMPARA

**VIDA MEDIA DE LA LÁMPARA:** se define como el número de horas que puede funcionar en unas condiciones de instalación determinadas. Se dispone una muestra suficientemente amplia de lámparas, se las hace funcionar de acuerdo al protocolo marcado por la norma y se mide entonces el tiempo que transcurre desde el momento de su activación hasta que deja de funcionar el 50% de las lámparas.

**VIDA ÚTIL:** los fabricantes de lámparas miden la vida útil estimando el período en que éstas mantienen su flujo luminoso por encima del 80% del nominal.



## II. FUENTES DE ILUMINACIÓN

Un sistema de iluminación está formado por:

- Luminarias, que cumplen funciones energéticas, mecánicas, térmicas y estéticas, al distribuir espacialmente la luz generada por las fuentes de luz.
- Equipos auxiliares, imprescindibles para conseguir la funcionalidad del sistema que influyen en gran medida en su calidad, consumo energético, economía y durabilidad.
- Lámparas o fuentes de luz, producen la luz de distintas formas:
  - Calentando cuerpos sólidos hasta alcanzar su grado de incandescencia.
  - Provocando una descarga eléctrica en el seno de un gas.
  - Haciendo pasar una corriente a través de un cuerpo sólido (LED), el cual genera fotones.

### ➤ TIPOS DE LÁMPARAS

Lámparas Incandescentes	Incandescencia
	Halógena
Lámparas Fluorescentes	Tubos Fluorescentes
	Lámparas Compactas
Lámparas de Alta Intensidad de Descarga (HID)	Vapor de Mercurio Alta Presión
	Luz mezcla
	Halogenuros Metálicos
	Vapor Sodio Baja Presión
	Vapor Sodio Alta presión

**LÁMPARA INCANDESCENTE:** produce luz por medio del calentamiento eléctrico de un filamento de wolframio (también llamado tungsteno) muy fino, a una temperatura alta que emite de esta forma radiación dentro del campo visible del espectro.

Además del filamento, consta de una ampolla de vidrio en la que se ha hecho vacío, aunque actualmente está rellena de algún gas noble, normalmente kriptón, que evitan la combustión del filamento para evitar que este se volatilice por las altas temperaturas que debe alcanzar. Se completa con un casquillo metálico, en el que se disponen las conexiones eléctricas.

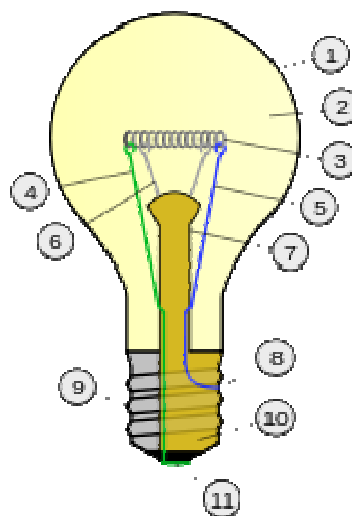
La ampolla varía de tamaño con la potencia de la lámpara, puesto que la temperatura del filamento es muy alta y, al crecer la potencia y el desprendimiento de calor, ha de aumentarse la superficie de enfriamiento.

La lámpara incandescente es la de menor rendimiento luminoso de todas las lámparas que usamos hoy día (de 10 a 18 lm/W), la energía luminosa obtenida es muy poca comparada con la energía calorífica ya que el 90% de la electricidad que utiliza la transforman en calor y/o en radiaciones no perceptible para el ojo humano (luz ultravioleta e infrarroja).

Además su vida útil es muy corta, unas 1.000 horas. Aun así es la más popular por su bajo precio y el color cálido de su luz, tradicionalmente de entre 2500 K a 2800 K.

Las partes que la componen son:

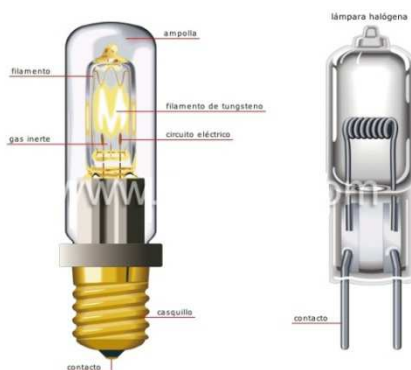
1. Envoltura: ampolla de vidrio - bulbo
2. Gas inerte
3. Filamento de wolframio
4. Alambre de contacto (va al pie)
5. Alambre de contacto (va a la base)
6. Alambres de soporte
7. Soporte de vidrio
8. Base de contacto
9. Casquillo metálico (E-14, E27, E-40)
10. Aislamiento
11. Pie de contacto eléctrico



**LÁMPARA INCANDESCENTE HALÓGENA:** es una variante de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno y una pequeña cantidad de halógeno (yodo, cloro, bromo) agregado al gas de relleno, con lo que se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento.

Cuando el Tungsteno se evapora se une al bromo formando bromuro de wolframio. Como las paredes de la empolla están muy calientes (más de 260 °C) no se deposita sobre éstas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente (más de 2000 °C), se descompone en tungsteno, que se deposita sobre el filamento y el bromo pasa al gas de relleno, empezando el ciclo nuevamente.

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno, por eso el vidrio se substituye por un compuesto de cuarzo, que soporta mucho mejor el calor y permite lámparas de tamaño mucho menor para potencias altas.



Para la manipulación de estas lámparas hay que tener presente que no se pueden tocar directamente con los dedos, pues el sudor o la grasa de las manos alteran la composición química del cristal de cuarzo. Esa reacción, conocida como “desvitrificación”, deteriora la cápsula o el tubo de protección, provocando que el filamento se funda. Para evitar este tipo de problemas, se emplea una doble envoltura, en las que el tubo de cuarzo está situado en el interior de un segundo tubo de vidrio normal.

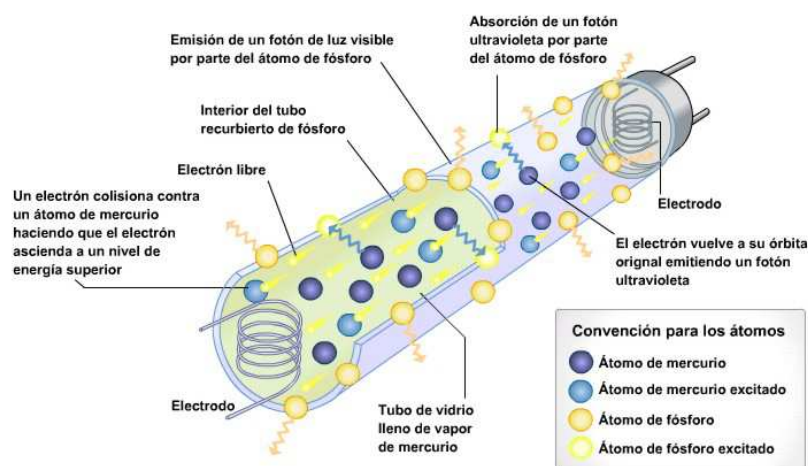
La mayoría de los modelos se conectan directamente a la red de distribución eléctrica doméstica de 110 ó 220 V pero también las hay que funcionan a baja tensión (12 V), por lo que requieren de un transformador para su funcionamiento.

La lámpara halógena tiene un rendimiento un poco mejor que la incandescente (de 18 a 22 lm/W), su vida útil se aumenta hasta las 2.000 - 4.000 horas de funcionamiento y consiguen temperaturas de color de hasta 2800 K - 3400 K.

**LÁMPARA FLUORESCENTE:** es una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial. Su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.

Está formada por un tubo o bulbo fino de vidrio de un cierto diámetro y longitud según potencia, revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene también una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, sometidos a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica.

Conectada la lámpara en su correspondiente circuito, la corriente que atraviesa los electrodos, los calienta y les hace emitir electrones. En su recorrido de un extremo a otro del tubo chocan con los átomos de mercurio y la energía desprendida en el choque se transforma en radiaciones ultravioleta y por tanto invisibles, pero capaces de excitar la capa fluorescente que recubre el interior del tubo, con lo que se transforman en luz visible.



Los elementos necesarios para su funcionamiento son:

- **Cebador o arrancador:** es un dispositivo que suministra un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Tras el encendido,

continúa un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal.

El arrancador puede ser eléctrico, electrónico o electromecánico. Desde el punto de vista de la eficiencia energética los arrancadores suponen una pérdida entre el 0,8 y 1,5% de la potencia de la lámpara.

- **Balastro:** es el componente que limita o estabiliza el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos y evita así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

Las lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso que puede estimarse entre 50 y 100 lúmenes por vatio (lm/W), dependiendo de las características de fabricación de cada lámpara.

Su temperatura de color está comprendida generalmente entre los 3.000 K y los 6.500 K aunque en la actualidad se pueden conseguir tubos hasta los 10.000 K y su índice de rendimiento cromático suele estar por encima de 80.

La vida media de los tubos fluorescentes es del orden de 7.500 horas y la depreciación del flujo emitido para la vida media es aproximadamente del 25%.

En la actualidad la mayoría de los tubos de lámparas fluorescentes que se fabrican corresponden al tipo T-8, de 1 pulgada de diámetro (25,4 mm), y las potencias más utilizadas en función de su longitud son:

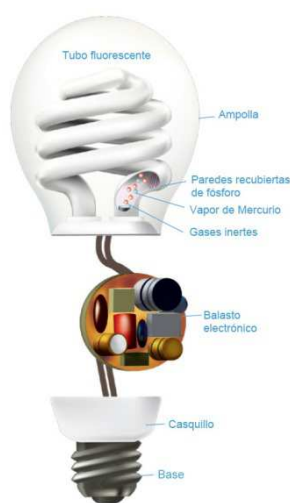
LONGITUD	POTENCIA
150cm	58W
120cm	36W
90cm	30W
60cm	18W

**LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA (CFL):** también conocida como Lámpara de Bajo Consumo, es exactamente una lámpara fluorescente, pero en dimensiones más reducidas y que encontramos de diferentes formas externas que le dan usos en aplicaciones donde se requieren lámparas de menores dimensiones.

Se componen de un tubo de unos 6 mm de diámetro aproximadamente, doblados en forma de “U” invertida, cuya longitud depende de la potencia en watt que tenga la lámpara. En todas las lámparas CFL existen siempre dos filamentos de tungsteno o wolframio (W) alojados en los extremos libres del tubo con el propósito de calentar los gases inertes.

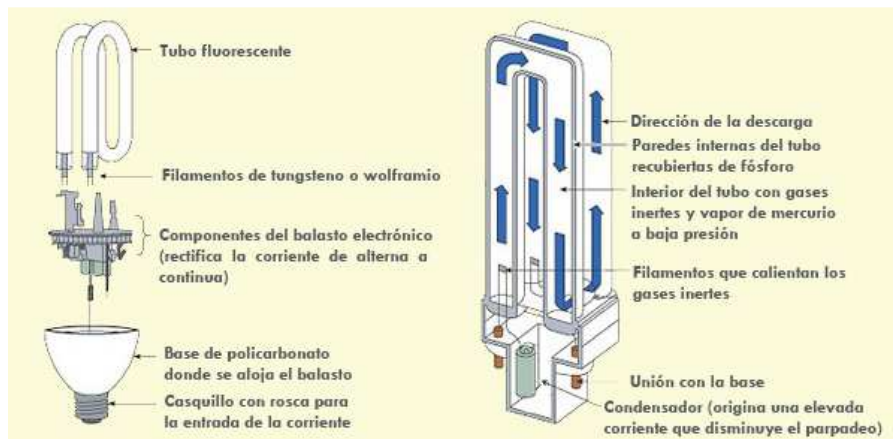
Las lámparas CFL son de encendido rápido, por tanto no requieren cebador (encendedor, *starter*) para encender el filamento, sino que emplean un balasto electrónico en miniatura, encerrado en la base que separa la rosca del tubo de la lámpara. Ese balasto suministra la tensión o voltaje necesario para encender el tubo de la lámpara y regular, posteriormente, la intensidad de corriente que circula por dentro del propio tubo después de encendido.

El balasto electrónico se compone, fundamentalmente, de un circuito rectificador diodo de onda completa y un oscilador, encargado de elevar la frecuencia de la corriente de trabajo de la lámpara entre 20.000 y 60.000 hercios aproximadamente, en lugar de los 50 ó 60 Hz con los que operan los balastos electromagnéticos e híbridos que emplean los tubos rectos y circulares de las lámparas fluorescentes comunes antiguas.



La base de la lámpara ahorradora CFL se compone de un receptáculo de material plástico, en cuyo interior hueco se aloja el balasto electrónico. Unido a la base se encuentra un casquillo con rosca normal E-27 (conocida también como rosca Edison), la misma que utilizan la mayoría de las bombillas o lámparas incandescentes. Se pueden encontrar también lámparas CFL con rosca E-14 de menor diámetro (conocida como rosca candelabro). No obstante, existen variantes con otros tipos de conectores, de presión o bayoneta, en lugar de casquillos con rosca, que funcionan con un balasto electrónico externo, que no forma parte del cuerpo la lámpara.

La eficacia luminosa es del orden de 50 Lm/W, su vida media de unas 8.000 horas, están disponibles en tonalidades “luz de día” (*daylight*) y “luz fría” (*cool light*), entre los 2700 y 4000 K y las potencias más comunes de fabricación se encuentran por debajo de los 20 W.



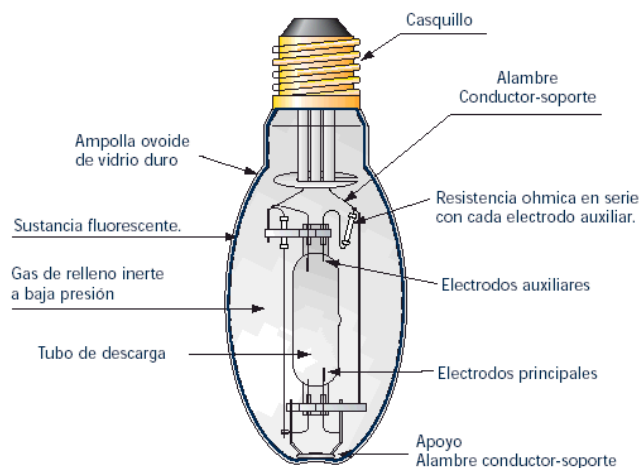
**LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN:** consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque.

Su funcionamiento se basa en el mismo principio que el de las lámparas fluorescentes. Así como una lámpara fluorescente de descarga de mercurio a baja presión genera casi exclusivamente radiaciones ultravioleta, con altas presiones de vapor el espectro cambia notablemente, emitiendo varias bandas que corresponden a las sensaciones de color violeta, azul, verde y amarillo, emitiendo también una pequeña cantidad de radiaciones ultravioleta.

Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido en gran parte a la ausencia de radiaciones rojas, se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro, dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático.

Como todas las lámparas de descarga, la lámpara de vapor de mercurio debe llevar un elemento limitador de corriente, el balastro. Cuando la conectemos a la red de alimentación se producirá inicialmente una descarga entre el electrodo principal y el auxiliar, que se encuentran muy próximos, lo que ioniza el argón, haciéndolo conductor y estableciendo un tenue arco entre los dos electrodos principales. El calor generado por esta descarga va progresivamente evaporando el mercurio del interior de la ampolla, y poco a poco se va convirtiendo en el conductor principal.

A continuación se inicia un periodo transitorio de unos 4 minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara, no sería posible su reencendido hasta que se enfriara puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.



La temperatura de color de estas lámparas depende del tipo de recubrimiento fluorescente que lleve, pero suele estar comprendida entre los 3.800 y 4.000 K, con un rendimiento luminoso que oscila entre los 40 y 60 Lm/W.

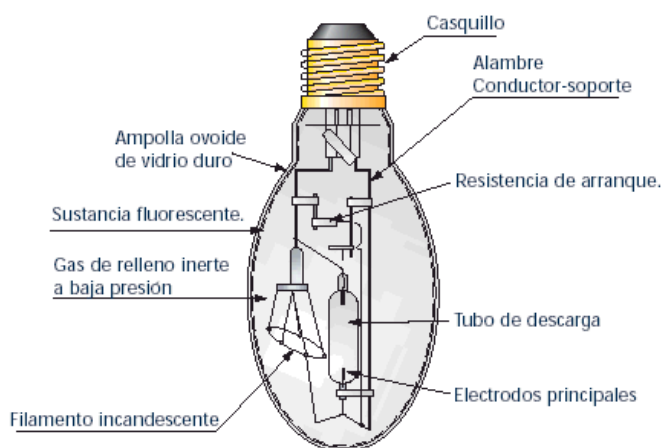
La depreciación del flujo luminoso depende naturalmente de las horas de funcionamiento de la lámpara, que suele ser del 12% a la 8.000 horas y del 35% a las 15.000 horas.

La vida media es extremadamente elevada, del orden de 24.000 horas, aunque para estas horas de funcionamiento la depreciación del flujo luminoso sea del orden del 50%.

Estas lámparas han sido usadas principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, parques, naves industriales y lugares poco accesibles ya que el periodo de mantenimiento es muy largo.



**LÁMPARA DE LUZ MEZCLA:** son una variante de las de vapor de mercurio. Se trata de una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente, dando como resultado la superposición del espectro típico de la lámpara de vapor de mercurio con el de una lámpara de incandescencia rico en radiaciones rojas e infrarrojas.

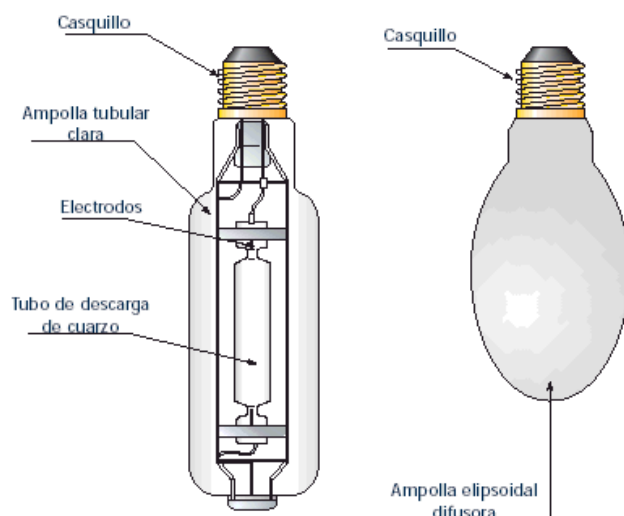


Su eficacia se sitúa entre 20 y 35Lm/W y tienen una depreciación del flujo luminoso muy pequeña, inferior al 20%, para la vida media de la lámpara, que es del orden de las 6.000 horas que viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo.

Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K. La.

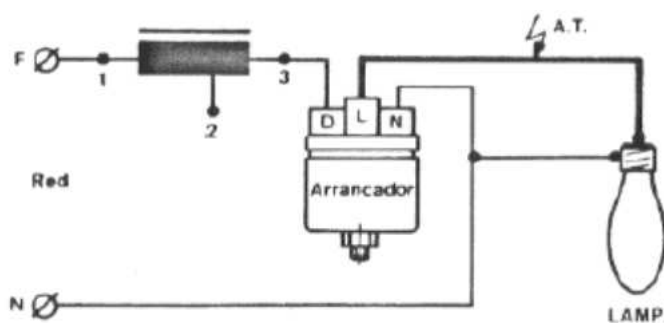
Una particularidad de estas lámparas es que no necesitan balasto ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

**LÁMPARA DE MERCURIO CON HALOGENUROS METÁLICOS:** si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos, tales como disprosio, talio, indio, holmio o tulio, se obtienen mayores rendimientos luminosos y sobre todo una mejora considerable en la reproducción del color de la lámpara, ya que cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro.



Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 95 Lm/W y su vida media es de unas 10.000 horas.

Tienen un periodo de encendido de unos 10 minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Aunque las condiciones de funcionamiento son similares a las de las lámparas de vapor de mercurio, la adición de halogenuros hace necesaria una tensión de encendido muy superior a la de una red de alimentación de 220V, por lo que necesita un arrancador que proporcione tensiones de pico del orden de 1.500-5.000 V.

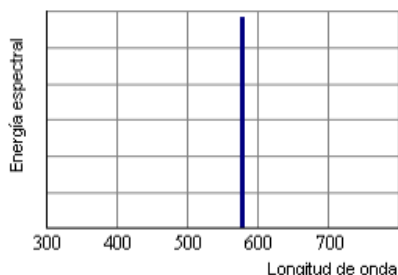


Dado que estas lámparas no emiten radiaciones ultravioleta, eliminan la necesidad de la capa fluorescente, por lo que se suelen construir en ampollas cilíndricas y transparentes.

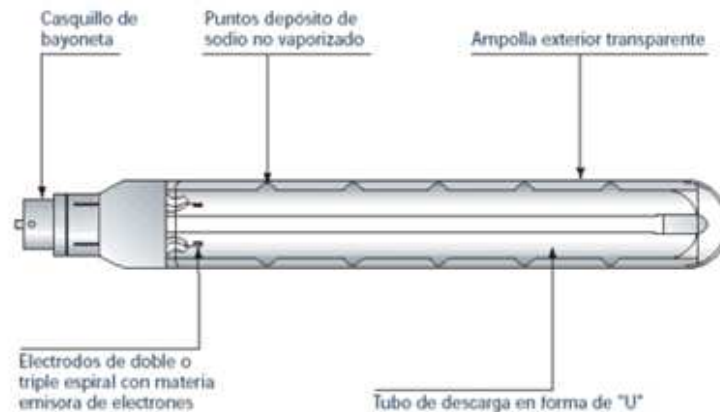
**LÁMPARA DEVAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN:** en estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).

Al aplicar tensión entre los electrodos, se produce la descarga a través del gas neón, la cual determina la emisión de una luz roja característica de este gas. El calor generado por la descarga produce la vaporización progresiva del sodio y, como consecuencia, la descarga pasa a efectuarse en una atmósfera en la que la concentración de sodio es cada vez mayor, produciendo una luz cada vez más amarilla.

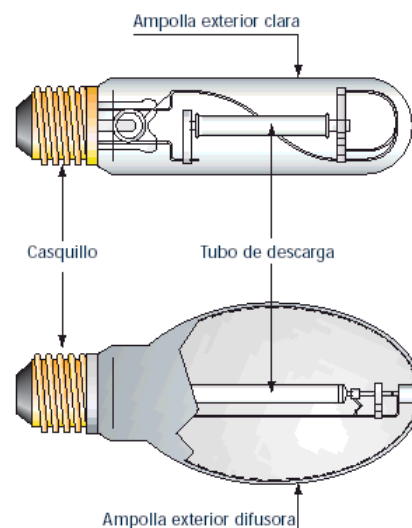
El proceso de encendido dura unos 10 minutos y al final se obtiene una luz amarilla monocromática de una longitud de onda muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada, llegando a ser de 190 Lm/W, pero su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.



La vida media resulta ser de unas 15.000 horas, con una depreciación que no llega al 20%. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.



**LÁMPARA DEVAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN:** tal y como hemos visto, las lámparas de sodio a baja presión tienen una gran eficacia luminosa, pero su reproducción cromática es muy deficiente. Para mejorar este tipo de lámparas hay que hacerles una serie de modificaciones, tales como aumentar la presión del vapor de sodio a costa de trabajar a temperaturas más elevadas y agregar una pequeña cantidad de mercurio que ayude a mejorar el espectro.



Dado que el sodio a alta presión y la temperatura atacan seriamente al vidrio y al cuarzo, los tubos de descarga se fabrican a base de óxido de aluminio sinterizado, capaz de soportar la acción del sodio a temperaturas superiores a los 1.000 °C.



Para el encendido de estas lámparas es preciso aplicar tensiones de pico comprendidas entre 2.800 y 5.500 V por lo que hay que colocar arrancadores especiales capaces de generar los impulsos de encendido.

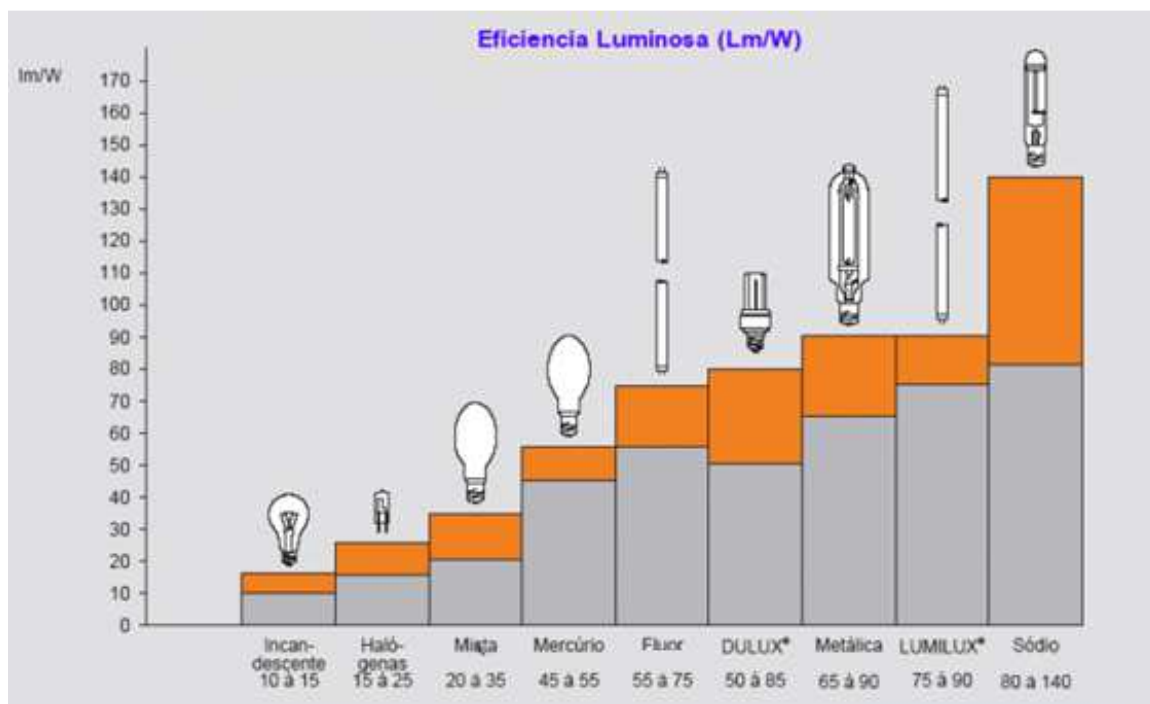
Al conectar el circuito a la red de alimentación, el arrancador proporcionará los impulsos de tensión necesarios para iniciar la descarga en el gas xenón. La elevación de la temperatura producida por la descarga va evaporando el mercurio y el sodio, que pasan a ser los conductores principales, con lo que la iluminación irá aumentando hasta que al cabo de unos 5 minutos se alcance el valor nominal. Al igual que las otras lámparas de descarga precisa un tiempo de reencendido, que suele ser de 2 a 3 minutos.

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja. No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia, aunque su valor que ronda los 130 Lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20.000 horas con una depreciación del flujo que no llega al 40% y su vida útil entre 8.000 y 12.000 horas.

## COMPARATIVA LÁMPARAS:



Tipo de lámpara	Eficacia sin balasto (lm/W)	Vida útil (h)
Fluorescentes	38-91	7.000
Mercurio a alta presión	40-63	8.000
Luz de mezcla	19-28	6.000
Halogenuros metálicos	75-95	10.000
Sodio a baja presión	100-183	7.000
Sodio a alta presión	70-130	10.000

### III. TECNOLOGÍA LED

La tecnología led ha evolucionado a un buen ritmo durante los últimos años. Venciendo su confinamiento en dispositivos electrónicos como los móviles o en pequeñas pantallas, las soluciones led se abren paso y su uso es cada vez más generalizado, como es el caso de la iluminación general, donde los ledes constituyen una alternativa viable a las fuentes de luz convencionales, y las constantes mejoras en sus eficacias luminosas no hacen sino favorecer su diversificación abarcando día a día más aplicaciones.

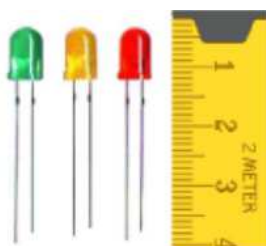
#### INFORMACIÓN TÉCNICA

Hasta el año 2001, “led” se escribía en español como una sigla: con mayúsculas y sin plural (un LED, dos LED). Actualmente, ha sido aceptado por la Real Academia Española y su plural es “ledes”.

Los ledes son lámparas de estado sólido, es decir sin filamento ni gas inerte que lo rodee, ni cápsula de vidrio que lo recubra. Las siglas “LED” provienen del acrónimo en inglés “Light Emitting Diode” o lo que traducido al español sería “Diodo Emisor de Luz”. El led es un diodo semiconductor que al ser atravesado por una corriente eléctrica emite luz. La longitud de onda de la luz emitida y por tanto el color depende básicamente de la composición química del material semiconductor utilizado.

Cuando la corriente atraviesa el diodo, se libera energía en forma de fotón. La radiación emitida puede ser visible, infrarroja o casi ultravioleta. En general los ledes son monocromáticos, salvo los que emiten luz blanca, y los destinados a iluminación no emiten luz infrarroja o luz ultravioleta, por lo cual son perfectos para aplicaciones donde se deben proteger cuadros u otros objetos delicados.

El resultado es una generación de luz mucho más eficiente ya que la conversión energética da menos pérdida en forma de calor tal como ocurre con las bombillas regulares incandescentes.



## LÁMPARA LED

El chip, el driver, la placa base, el sistema de disipación del calor y la óptica secundaria son los cinco elementos fundamentales de una luminaria led.

### EL CHIP

Se trata del corazón de una lámpara led. Es una pieza de un material semiconductor, normalmente carburo de silicio, de unos 5 milímetros, capaz de generar luz cuando se le aplica corriente. Sobre esta base de carburo de silicio se depositan en forma de vapores diferentes materiales, cuya mezcla es la que da el color y la calidad de la luz. El chip se protege del exterior mediante una carcasa de cristal o policarbonato.

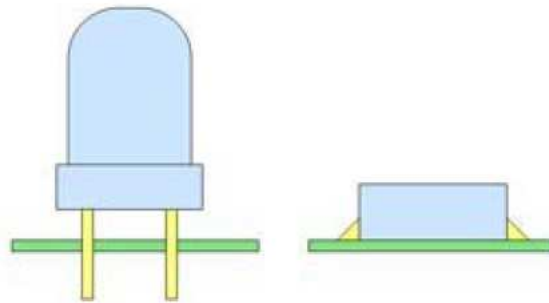
Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes, las lámparas led están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

En la actualidad los tipos de tecnología son muy variados, pero la más utilizada en iluminación es de tipo SMD, abreviatura de SurfaceMountingDevice (Dispositivo para Montaje en Superficie). Aun cuando el led normal tiene más de 20 años de existir, su contraparte moderna cuenta con ventajas en su construcción, ya que el encapsulado permite una mayor superficie del semiconductor y el fosforo luminiscente, ganando en la cantidad y calidad de luz que puede emitir el dispositivo por varias veces en comparación con su antecesor, que utilizaba la tecnología denominada PTH, sigla de PlatingThroughHoles (Soldadura A través de Agujeros)

Los componentes SMD son montados sobre la superficie del tablero electrónico, sin necesitar atravesarlo como cualquier otro componente electrónico. El led SMD es soldado sobre la parte externa del tablero sin que las dos patillas, ánodo y cátodo, deban pasar a través del mismo, como se describe en la siguiente figura:



### Tecnología PHT vs. Tecnología SMD



Los ledes que adoptan la tecnología SMD se distinguen de los PTH comunes por otra característica muy importante, y es que es posible colocar 3 ledes de diverso color dentro del mismo “contenedor” (Rojo, Verde y Azul), lo que se denomina led SMD RGB.



Además, la tecnología permite hoy en día que si un led llegara a fallar, automáticamente el dispositivo suple su función en la serie evitando que se apague la serie de ledes completa.

Otra ventaja del LED SMD es el ensamble automatizado que aumenta la calidad de la manufactura, el tiempo de producción y provee un bajo perfil de apenas entre 2 y 4 milímetros ya ensamblado.

### EL DRIVER O FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Por tratarse de dispositivos electrónicos semiconductores, los ledes funcionan con corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje de corriente alterna (CA) estándar, por lo que el aprovechamiento real de la energía eléctrica de un led depende también en gran medida de este convertidor. Una fuente de alimentación apropiada influye en la eficiencia y la estabilidad de la luminaria.

El aprovechamiento real de la energía eléctrica consumida se mide por el valor del factor de potencia. Si el valor es igual a 1 significa que toda la electricidad que llega a la

fuentes de alimentación se ha aprovechado. Si es de 0,5 quiere decir que la mitad de energía eléctrica se ha desaprovechado en la conversión.



### **LA PLACA BASE**

Es la placa de circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board), que soporta tanto las conexiones de los componentes electrónicos como las conexiones del chip (normalmente mediante hilos de oro) y las vías de disipación del calor. Según el sistema de evacuación del calor utilizado puede componerse de distintas capas y materiales, principalmente aluminio y cobre.

### **EL SISTEMA DE GESTIÓN TÉRMICA**

La disipación del calor es una de las claves de la duración de un led. Es importante explicar que los ledes en su haz de luz, emiten luz fría, es decir no emiten radiación infrarroja y de hecho pueden tocarse cuando están encendidos sin peligro de quemarse los dedos, pero eso no significa que no generen calor. Es decir, el calor, al contrario que una bombilla incandescente, sale en la dirección contraria a la luz, y es necesario que pueda abandonar el chip adecuadamente, puesto que los ledes no son capaces de soportar temperaturas elevadas, por encima de los 125 °C, sin sufrir una disminución en la vida, flujo y cambios en el color. Es por ello que las lámparas de led tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración.

En este sentido también es importante la carcasa exterior. Es importante que sea de un material ligero, resistente y que su estructura favorezca la disipación del calor, por ejemplo una superficie estriada. Buenos materiales para ello son el aluminio y el magnesio.

### **LA ÓPTICA SECUNDARIA**

La óptica secundaria es el conjunto de lentes exteriores que determinan la distribución de la luz emitida por el LED. La forma y composición de las lentes que forman la óptica

secundaria puede variar en función de las necesidades de iluminación y distribución de la luz que se requieran. De esta forma, según la forma de la lente, el haz de luz puede hacerse converger o divergir.



## IV. VENTAJAS LED

### VENTAJAS CUANTITATIVAS



**GRAN EFICIENCIA:** La eficiencia lumínica de la tecnología LED de luz blanca es mayor de 90 Lm/W. La iluminación LED permite ahorrar entre un 60 y un 80% de energía en comparación con las lámparas convencionales. Si se incluye el transformador / balastro, el ahorro energético es mayor, lo que significa hasta un 90% de ahorro en la factura eléctrica. Con una bombilla LED de unos 5W se logra un efecto lumínico equivalente a una convencional de 40W.



**GRAN DURABILIDAD:** Mayor vida útil. En laboratorio, la fuente luminosa tiene una duración de hasta 100.000 horas en condiciones de temperatura estándar. Si consideramos el conjunto de la luminaria, la duración desciende a las 50.000 horas hasta que su flujo decae por debajo del 80%, eso significa más de 13 años con un régimen de funcionamiento de 10 horas al día, lo que supone una vida útil entre 5 y 10 veces más extensa que las lámparas tradicionales.



**ECOLÓGICOS.** Compromiso con el medio ambiente y no contaminante. No contienen tungsteno como las bombillas normales, ni mercurio como la iluminación fluorescente, son reciclables y cumplen con la normativa europea de sustancias contaminantes RoHS, en cuanto a la prohibición de existencia de plomo en los circuitos. Además, supone un ahorro económico derivado del reciclado de estos residuos frente a otras tecnologías como fluorescencia.



**CERO CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.** La distribución de la luz al ser direccional está perfectamente controlada y no parpadea, como por ejemplo los fluorescentes o las bombillas de bajo consumo.

Además, no emite radiaciones ultravioletas, indeseables en la iluminación de obras de arte, ni tampoco infrarrojas, ya que no desperdicia energía lumínica en crear calor, lo cual permite instalar luz en sitios muy complejos, con poco espacio o en sitios enemigos de calor, reduciendo así por otra lado costes de electricidad derivados del uso de aires acondicionados.



**SIN MANTENIMIENTO.** Al tener una vida larga, los productos LED no necesitan ningún mantenimiento. Esto es especialmente importante en entornos en los que es difícil o complicado cambiar bombillas o llevar a cabo mantenimiento. Son

robustos y sumamente resistentes, sin que haya nada que pueda agrietarse, romperse o producir fugas.



**FÁCILMENTE REGULABLES Y CONTROLABLES.** Actualmente existe una amplia gama de colores, ángulos de iluminación y control de la intensidad lo que permite crear una cantidad de efectos lumínicos nunca antes vista.



**MÁS SALUDABLE.** Sin irradiar infrarrojos ni ultravioletas. Esta tecnología está considerada como no nociva, no peligrosa. Excluye las posibles descargas eléctricas de baja tensión (Corriente Alterna), al ser alimentada a 12 V de Corriente Continua.



**ENCENDIDO INSTANTÁNEO.** Alcanza su luminosidad máxima inmediatamente, sin esperas, por lo que evita el largo proceso de encendido de las luces tradicionales de descarga. Esto supone una combinación perfecta de control inteligente siendo posible gestionar la iluminación según el tráfico o la presencia humana, potenciando el ahorro y eficiencia energética.

## **VENTAJAS LED CUALITATIVAS**

Además de las ventajas ya mencionadas, podemos incluir a una serie de ventajas enfocadas a la salud de las personas.

### **1. DISMINUCIÓN DEL RIESGO DE ACCIDENTES:**

- a) No hay ningún filamento ni estructura de vidrio por lo que de esta forma se evitan las roturas de las lámparas tradicionales y con ello cualquier riesgo o peligro para las personas.
- b) Cero altas temperaturas: se elimina el calor excesivo que provoca que las pantallas tradicionales se vuelvan amarillas, reduciéndose la luminosidad y los problemas derivados de quemaduras al realizar el cambio de luminarias.
- c) Al consumir menos energía y no calentarse, la tecnología LED disminuye el riesgo de incendios en instalaciones eléctricas derivados de sobrecalentamiento.



## **2. MEJORA DEL RENDIMIENTO VISUAL:**

- a) Se elimina la fatiga visual provocada por el efecto estroboscópico (parpadeo) de las lámparas de descarga tradicionales.
- b) Mejora de la visualización derivado del alto índice de color y de la coloración agradable para ver los colores auténticos, más vivos y fácilmente identificables.
- c) Las distintas temperaturas de color satisfacen las necesidades de cada ocasión específica en contraposición a la baja temperatura de color (luz amarillenta) que genera un ambiente algo deprimente, consiguiendo de esta forma un entorno más agradable.
- d) Por todo ello, existen estudios en la actualidad que constatan mejoras de hasta el 30% en el rendimiento en el trabajo. (Fuente: Philips).

## **3. MEJORA DE LA HIGIENE:**

- a) Evita cualquier tipo de absorción de polvo provocada por la alta tensión que evita que la pantalla se oscurezca y con ello la luminosidad se vea reducida.

## **4. COMBINACIÓN PERFECTA CON LAS ENERGÍAS RENOVABLES:**

- a) La tecnología LED trabaja a baja tensión, consumen poca energía y es ecológica.
- b) Son por lo tanto candidatos perfectos para su simbiosis con sistemas de alimentación energética solar, eólica, etc. Potenciando su faceta ecológica y medioambiental.



## **ANEXO 3: TABLAS DE MEDIDAS**



SALA	TECNOLOGÍA LED						OBSERVACIONES
	ALTURA	SUPERFICIE	POTENCIA INSTALADA	Em (lux)	VEEI (Límite)	VEEI (Medida)	
Recepción	3	15	92	104	6	5,8	
Patio Bajo	4	44	368	384	6	2,1	
Patio Alto	4	44	380	430	6	2	
Sala de porcelanas	3	13	168	230	6	5,6	
Sala Bronces Viena	3	11	180	272	6	6	
Sala Lalique	3	10	80	150	6	5,33	
Sala Lagar	3	17	189	270	6	4,1	
Sala Criselefantinas - Preiss	3	12	166	230	6	6	
Sala Criselefantinas - Chiparus	3	15	152	178	6	5,69	
Cafetería	4	20	266	345	6	3,85	
Sala de Exposiciones Temporales	3	62	2182	420	6	8,3	Se mantiene iluminación antigua
Tienda	3	25	223	267	6	3,3	
Aseos	3	6	73	205	6	5,9	
Sala Circo	3	15	106	119	6	5,9	
Sala Muñecas Alemanas	3	27	392	336	6	4,3	
Sala Muñecas Francesas	3	60	624	596	6	1,7	
Sala Bellezas Baño	3	5	60	124	6	9,6	Tira Led
Sala Hagenauer	3	5	72	135	6	10,6	
Sala Caracteres	3	5	48	96	6	10	
Sala Bronces	3	13	196	267	6	5,64	
Sala Joyas	3	11	196	295	6	6	
Sala Abanicos	3	10	144	296	6	4,8	
Sala Vidrios Modernistas	3	12	182	270	6	5,6	
Sala Gallé	3	20	100	155	6	3,2	
Sala de mobiliario	3	17	175	216	6	4,7	
Aseos	3	6	73	205	6	5,9	

	ALTURA	SUPERFICIE	POTENCIA INSTALADA	Em (lux)	TEMPERATURA MEDIA (°C)
VITRINAS	1,5	0,5	30	48	27





## **ANEXO 3: LISTADO DE LÁMPARAS SUSTITUIDAS**



# Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca

Lamparas Previas								INSTALACION REALIZADA				
PISO	SALA / ZONA	SUBZONA	VITRINA	TIPO LAMPARA	Potencia (W)	Cantidad	Potencia	Lampara presupuestada	Potencia	Und.	Potencia	ESTADO
PLANTA BAJA	ACCESO CALLE GIBRALTAR	Farolas clásicas		Halogenuros metalicos	150	2	300	LEDING-LF-IP65-27W	30	2	60	INSTALADO
PLANTA BAJA	ACCESO CALLE GIBRALTAR	Focos Halógenos		Foco lineal Halogenos	250	2	500	LEDING-FL20CA	20	2	40	INSTALADO
PLANTA BAJA	RECEPCION			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA BAJA	RECEPCION			T8 1500mm	64	6	384	LEDING-T8-22CA	22	2	44	INSTALADO
PLANTA BAJA	RECEPCION	Aplique Pared		Foco lineal Halogenos	150	2	300	LEDING-PL8W	8	4	32	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA DE CONTROL			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA DE CONTROL			T8 1500mm	64	6	384	LEDING-T8-22CA	22	2	44	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO BAIJO	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	70	10	700	LEDING-BAR11130º	12	13	156	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO BAIJO	Focos Normales Baio Consumo		Baio consumo	26	22	572	LEDING-BPAR3015º	12	17	204	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO BAIJO	Bombillas en lámparas tipo seta		Incandescente	40	2	80	LEDING-BP07CA	4	2	8	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO BAIJO	Focos Halógenos Expo La Caixa		Halogenos	60	5	300		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	PATIO ALTO	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	70	1	70	LEDING-BAR11130º	12	14	168	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO ALTO	Bombillas en lámparas tipo seta		Incandescente	40	2	80	LEDING-BP07CA	4	2	8	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO ALTO	Vitrina expositora					0	LEDING-SP6CA	6	10	60	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO ALTO	Focos Normales Baio Consumo		Baio consumo	26	22	572	LEDING-BPAR3015º	12	8	96	INSTALADO
PLANTA BAJA	PATIO ALTO	Halógenos Expositores		Halogenos	60	6	360	LEDING-SP6CA	6	8	48	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Techo	1	T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	8	120	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Techo	1	T8 600mm	20	6	120	LEDING-T8-8CA	8	6	48	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor	1	PLG	26	3	78	LEDING-T8-8CA	8	6	48	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor		Halogenos	60	6	360		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor	2	T8 600mm	20	6	120	LEDING-T8-8CA R	8	10	80	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor		Halogenos	60	1	60		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor	3	T8 1200mm	40	3	120	LEDING-T8-15CA	15	4	60	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor		Halogenos	60	3	180		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor	4	PLG	26	3	78		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA PORCELANAS	Expositor		Halogenos	60	6	360		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA	Techo	1	T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA	Expositor	1	T8 600mm	20	4	80	LEDING-T8-8CA R	8	17	136	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA			Halogenos	60	3	180		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA		2	T8 600mm	20	2	40		0	0	0	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA			T8 1200mm	40	4	160	LEDING-T8-15CA R	15	5	75	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA			Halogenos	60	6	360		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA		3	T8 600mm	20	4	80		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA			Halogenos	60	4	240		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA		4	T8 600mm	20	4	80		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA BRONCE VIENA			Halogenos	60	4	240		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	SALA LALIQUE	Techo	1	T8 600mm	20	8	160	LEDING-T8-8CA	8	5	40	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LALIQUE		1	T8 600mm	20	8	160	LEDING-T8-8CA	8	5	40	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LALIQUE	Fibra Óptica	1	Halogenos	60	10	600	Halogenos	60	10	600	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	SALA LALIQUE	Fibra Óptica	2	Halogenos	60	1	60	Halogenos	60	1	60	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	SALA LALIQUE		3	T8 600mm	20	4	80	LEDING-T8-8CA	8	4	32	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LALIQUE		4	T8 600mm	20	4	80	LEDING-T8-8CA	8	4	32	INSTALADO



# Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca

Lamparas Previas								INSTALACION REALIZADA				
PISO	SALA / ZONA	SUBZONA	VITRINA	TIPO LAMPARA	Potencia (W)	Cantidad	Potencia	Lampara presupuestada	Potencia	Und.	Potencia	ESTADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	2	80	LEDING-T8-15CA	15	3	45	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR	Techo	1	T8 600mm	20	8	160	LEDING-T8-8CA	8	9	72	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR		1	T8 600mm	20	8	160	LEDING-T8-8CA	8	9	72	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR	Bombillas en lámparas tipo seta		Incandescente	40	2	80	LEDING-BP07CA	4	2	8	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR	Video		Foco lineal Halogenos	150	1	150	LEDING-PL8W	8	1	8	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR	Cuadros	Foco	Foco lineal Halogenos	70	5	350	LEDING-BOMBILLA PAR30 RETRO	12	2	24	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA LAGAR		Foco	Halógeno	60	1	60	BOMBILLA PAR30 15º	12	6	72	INSTALADO
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Preiss	Techo	1	T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	10	150	INSTALADO
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Preiss	Techo	1	T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Preiss	Fibra Óptica	1	Halogenos	60	3	180	Halogenos	60	3	180	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Preiss	Fibra Óptica	2	Halogenos	60	5	300	Halogenos	60	5	300	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Preiss	Fibra Óptica	3	Halogenos	60	3	180	Halogenos	60	3	180	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Preiss	Fibra Óptica	4	Halogenos	60	6	360	Halogenos	60	6	360	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Techo	1	T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	8	120	INSTALADO
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Techo	1	T8 600mm	20	12	240	LEDING-T8-8CA	8	4	32	INSTALADO
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Expositores	1	PLG	26	2	52	PLG	26	2	52	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Fibra Óptica	2	Halogenos	60	4	240	Halogenos	60	4	240	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Fibra Óptica	3	Halogenos	60	8	480	Halogenos	60	8	480	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Fibra Óptica	4	Halogenos	60	4	240	Halogenos	60	4	240	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	Sala Criselefantinas - Chiparus	Fibra Óptica	5	Halogenos	60	3	180	Halogenos	60	3	180	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	10	400	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	100	1	100		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Tulipas		Incandescente	60	12	720	LEDING-BP07CA	7	12	84	INSTALADO
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Tulipas Antiguas Gallé		Incandescente	40	6	240	LEDING-BP07CA	4	5	20	INSTALADO
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Aplic Pared		Foco lineal Halogenos	70	1	70		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Cupulas techo (3)		T8 600mm	20	10	200	TIRA LED	10	15	150	INSTALADO
PLANTA BAJA	CAFETERIA	Halogenos led		Led	6	2	12	LEDING-SP6CA	6	2	12	INSTALADO
PLANTA BAJA	GALERIA SUR	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	10	400	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA BAJA	GALERIA SUR	Focos Normales incandescentes		Incandescente	60	8	480	LEDING-BP07CA	7	8	56	INSTALADO
PLANTA BAJA	TERRAZA SOBRE LA MURALLA	Lámparas Trilobulares Clásicas		Incandescente	60	30	1.800	LEDING-CORN 9W	9	30	270	INSTALADO
PLANTA BAJA	TERRAZA SOBRE LA MURALLA	Bañadores pared		Foco lineal Halogenos	70	2	140	Foco lineal Halogenos	70	2	140	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	TERRAZA SOBRE LA MURALLA	Cubos de Luz		Incandescente	60	6	360	LEDING-BP07CA	7	6	42	INSTALADO
PLANTA BAJA	SALA DE EXPOSICIONES TEMPORALES	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	70	15	1.050	Foco lineal Halogenos	70	15	1.050	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	SALA DE EXPOSICIONES TEMPORALES	Focos Normales Bajo Consumo		Bajo consumo	26	2	52	Bajo consumo	26	2	52	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	SALA DE EXPOSICIONES TEMPORALES	Focos Halógenos Expo La Caixa		Halógenos	60	18	1.080	Halógenos	60	18	1.080	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	TIENDA	Expositores		Halógenos	60	33	1.980	LEDING-SP6CA	6	44	264	INSTALADO
PLANTA BAJA	TIENDA	Focos Normales		led	6	100	600	led	6	100	600	SE MANTIENE
PLANTA BAJA	TIENDA	Focos Normales		Incandescente	60	10	600	LEDING-BP07CA	7	17	119	INSTALADO
PLANTA BAJA	TIENDA	Bombillas en lamparas seta		Incandescente	40	8	320	LEDING-BP07CA	7	8	56	INSTALADO
PLANTA BAJA	TIENDA	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	70	10	700	BOMBILLA PAR30 15º	12	4	48	INSTALADO
PLANTA BAJA	TIENDA	Escaparate Rosetas		T8 1200mm	40	3	120	LEDING-T8-15CA	15	6	90	INSTALADO
PLANTA BAJA	TIENDA	Escaparate Rosetas		T8 1500mm	64	6	384	LEDING-T8-22CA	22	4	88	INSTALADO
PLANTA BAJA	TIENDA	Escaparate Rosetas		Foco lineal Halogenos	70	11	770	LEDING-DIRECT38W	38	7	266	INSTALADO
PLANTA BAJA	ASEOS	Aplic Pared		Foco lineal Halogenos	70	1	70	LEDING-PL8W	8	1	8	INSTALADO
PLANTA BAJA	ASEOS			Incandescente	60	12	720	LEDING-BP07CA	7	5	35	INSTALADO
PLANTA BAJA	ASEOS			Halógenos	60	2	120	LEDING-SP6CA	6	5	30	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CIRCO	Techo		T8 1200mm	40	4	160	LEDING-T8-15CA	15	6	90	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CIRCO			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CIRCO	Expositor	1	Halógenos	60	12	720	LEDING-SP6CA	6	12	72	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CIRCO		2	T8 600mm	20	14	280	LEDING-T8-8CA R	8	14	112	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CIRCO			Halógenos	60	3	180		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA PRIMERA	SALA CIRCO			T8 1200mm	40	1	40	LEDING-T8-15CA	15	1	15	INSTALADO



# Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca

Lamparas Previas								INSTALACION REALIZADA				
PISO	SALA / ZONA	SUBZONA	VITRINA	TIPO LAMPARA	Potencia (W)	Cantidad	Potencia	Lampara presupuestada	Potencia	Und.	Potencia	ESTADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS ALEMANAS	Techo		T8 1200mm	40	16	640	LEDING-T8-15CA	15	16	240	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS ALEMANAS			T8 600mm	20	4	80	LEDING-T8-8CA	8	4	32	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS ALEMANAS			T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	8	120	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS ALEMANAS	Expositores	1	Halógenos	60	42	2.520		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS ALEMANAS		2	T8 600mm	20	60	1.200	LEDING-T8-8CA R	8	21	168	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS ALEMANAS			T8 1200mm	40	18	720	LEDING-T8-15CA	15	18	270	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS FRANCESAS	Techo		T8 600mm	20	84	1.680	LEDING-T8-8CA	8	78	624	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS FRANCESAS	Expositores	1	Halógenos	60	32	1.920		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS FRANCESAS		2	T8 600mm	20	52	1.040	LEDING-T8-8CA R	8	52	416	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MUÑECAS FRANCESAS			T8 1200mm	40	15	600	LEDING-T8-15CA	15	15	225	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BELLEZAS BAÑO	Techo		T8 600mm	20	4	80	TIRA LED	10	6	60	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BELLEZAS BAÑO	Expositores	1	PLG	26	5	130	LEDING-T8-8CA	8	6	48	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BELLEZAS BAÑO		2	T8 600mm	20	6	120		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA PRIMERA	SALA HAGENAUER	Techo		T8 600mm	20	8	160	LEDING-T8-8CA	8	9	72	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA HAGENAUER	Expositores	1	Halógenos	60	12	720		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA PRIMERA	SALA HAGENAUER		2	T8 600mm	20	12	240	LEDING-T8-8CA R	8	12	96	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA HAGENAUER			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CARACTERES	Techo		T8 600mm	20	4	80	TIRA LED		6	0	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA CARACTERES	Expositores	1	PLG	26	6	156	LEDING-T8-8CA	8	6	48	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BRONCES	Techo	1	T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BRONCES			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BRONCES	Expositores	1	Halógenos	60	12	720		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA PRIMERA	SALA BRONCES		2	T8 600mm	20	26	520	LEDING-T8-8CA R	8	17	136	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA BRONCES			T8 1200mm	40	5	200	LEDING-T8-15CA	15	5	75	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA JOYAS	Techo	1	T8 1200mm	40	14	560	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA JOYAS			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA JOYAS	Expositores	1	PLG	26	14	364	LEDING-T8-8CA	8	14	112	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA ABANICOS	Techo	1	T8 600mm	20	20	400	LEDING-T8-8CA	8	18	144	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA ABANICOS	Expositores	1	T8 1200mm	40	14	560	LEDING-T8-15CA	15	7	105	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA VIDRIOS MODERNISTAS	Techo	1	T8 1200mm	40	10	400	LEDING-T8-15CA	15	10	150	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA VIDRIOS MODERNISTAS			T8 600mm	20	4	80	LEDING-T8-8CA	8	4	32	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA VIDRIOS MODERNISTAS	Fibra Óptica	1	Halógenos	60	15	900	Halógenos	60	15	900	SE MANTIENE
PLANTA PRIMERA	SALA GALLE	Techo		T8 600mm	20	8	160	TIRA LED	5	20	100	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA GALLE	Expositores		PLG	26	42	1.092	PLG	26	42	1.092	SE MANTIENE
PLANTA PRIMERA	SALA GALLE	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	10	400	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	6	240	LEDING-T8-15CA	15	6	90	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO	Techo		T8 600mm	20	14	280	LEDING-T8-8CA	8	14	112	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO			Incandescente	60	9	540	LEDING-BP07CA	7	9	63	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	70	6	420	LEDING-BOMBILLA PAR30 RETRO	12	8	96	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO						0	LEDING-FOREG15°20W	20	2	40	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO	Focos Normales		Incandescente	60	11	660	BOMBILLA PAR30 15°	12	3	36	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO	Focos de Suelo		PLG	26	4	104	LEDING-PL13W	13	8	104	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	SALA MOBILIARIO	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	4	160	LEDING-T8-15CA	15	4	60	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	ASEOS	Aplicación Pared		Foco lineal Halogenos	70	1	70	LEDING-PL8W	8	1	8	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	ASEOS			Incandescente	60	12	720	LEDING-BP07CA	7	5	35	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	ASEOS			Halógenos	60	5	300	LEDING-SP6CA	6	5	30	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	GALERIA SUR	Iluminación Monumental Int.		T8 1200mm	40	10	400	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	GALERIA SUR			Incandescente	60	7	420	LEDING-BP07CA	7	7	49	INSTALADO
PLANTA PRIMERA	GALERIA SUR	Bañadores de Pared		Foco lineal Halogenos	70	2	140	LEDING-PL8W	8	2	16	INSTALADO



# Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca

Lamparas Previas								INSTALACION REALIZADA				
PISO	SALA / ZONA	SUBZONA	VITRINA	TIPO LAMPARA	Potencia (W)	Cantidad	Potencia	Lampara presupuestada	Potencia	Und.	Potencia	ESTADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA ADMINISTRATIVA Y DE DIRECCION	Techo		T8 1200mm	40	42	1.680	LEDING-T8-15CA	15	36	540	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA ADMINISTRATIVA Y DE DIRECCION	Techo		T8 1500mm	64	6	384	LEDING-T8-22CA	22	7	154	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA ADMINISTRATIVA Y DE DIRECCION			T8 600mm	20	2	40		0	0	0	SE ELIMINA
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA ADMINISTRATIVA Y DE DIRECCION	Hall entrada P1		Incandescente	60	1	60	LEDING-BP07CA	7	1	7	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA ADMINISTRATIVA Y DE DIRECCION	Focos Normales incandescentes		Incandescente	60	2	120	LEDING-BP07CA	7	2	14	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA TALLERES Y VEST. SERVICIO	Techo		T8 1200mm	40	32	1.280	T8 1200mm	40	32	1.280	SE MANTIENE
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA TALLERES Y VEST. SERVICIO			T8 600mm	20	2	40	T8 600mm	20	2	40	SE MANTIENE
PLANTA BAJO CUBIERTA	ZONA TALLERES Y VEST. SERVICIO	Focos Normales incandescentes		Incandescente	60	2	120	LEDING-BP07CA	7	2	14	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ASEOS ADMINISTRACION			Incandescente	60	12	720	LEDING-BP07CA	7	4	28	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ASEOS ADMINISTRACION			T8 600mm	20	2	40	LEDING-T8-8CA	8	2	16	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ASEO TALLERES	Aplicue Pared		Foco lineal Halogenos	150	1	150	LEDING-PL8W	8	1	8	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ASEO TALLERES			Incandescente	60	4	240	LEDING-BP07CA	7	6	42	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ASEO TALLERES			T8 1200mm	40	2	80	LEDING-T8-15CA	15	2	30	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ASEO TALLERES			Halógenos	60	4	240	LEDING-SP6CA	6	4	24	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	ESCALERA DE SERVICIO	Aplicue Pared		Foco lineal Halogenos	150	4	600	LEDING-PL8W	8	9	72	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	PASILLO DE INSTALACIONES & TORRE	Techo		T8 1200mm	40	12	480	LEDING-T8-15CA	15	12	180	INSTALADO
PLANTA BAJO CUBIERTA	LUCERNARIO LATERAL 1			T8 1200mm	40	4	160	T8 1200mm	40	4	160	SE MANTIENE
PLANTA BAJO CUBIERTA	LUCERNARIO LATERAL 1			T8 1500mm	64	6	384	T8 1500mm	64	6	384	SE MANTIENE
PLANTA BAJO CUBIERTA	LUCERNARIO LATERAL 2			T8 1200mm	40	4	160	T8 1200mm	40	4	160	SE MANTIENE
PLANTA BAJO CUBIERTA	LUCERNARIO LATERAL 2			T8 1500mm	64	6	384	T8 1500mm	64	6	384	SE MANTIENE
PLANTA BAJO CUBIERTA	FOCOS SOBRE LUCERNARIO PATIO CENTRAL			Foco lineal Halogenos	250	12	3.000	LEDING-FL50CA	50	12	600	INSTALADO

POTENCIA	
POTENCIA Anterior (Kw)	63,46
POTENCIA Actual (Kw)	21,52
Reduccion de Potencia (Kw)	41,94
Reduccion de Potencia (%)	-66%



## **ANEXO 4: CONSUMO FACTURAS ESTUDIADAS**



## Estudio e Implantación de un Sistema de Iluminación tipo Led en el Museo Casa Lis de Salamanca

FACTURA 2013	FACT. ENERO		FACT. FEBRERO		FACT. MARZO		FACT. ABRIL		FACT. MAYO		FACT. JUNIO		FACT. JULIO		FACT. AGOSTO		FACT. SEPT.		FACT. OCTUBRE		FACT. NOV.		FACT. DICIEMBRE		ANUAL	
desde	14/01/2013																									
Hasta	08/02/2013																									
días	25																									
Periodo	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md
PICO kWhr	1.363	50																								
LLANO kWhr	6.437	238																								
VALLE kWhr	1.083	40																								
TOTAL	8.883	355																								
FACTURA 2012	FACT. ENERO		FACT. FEBRERO		FACT. MARZO		FACT. ABRIL		FACT. MAYO		FACT. JUNIO		FACT. JULIO		FACT. AGOSTO		FACT. SEPT.		FACT. OCTUBRE		FACT. NOV.		FACT. DICIEMBRE		ANUAL	
desde	12/01/2012		08/02/2012		08/03/2012		11/04/2012		11/05/2012		11/06/2012		11/07/2012		09/08/2012		13/09/2012		09/10/2012		13/11/2012		12/12/2012		12/01/2012	
Hasta	08/02/2012		08/03/2012		11/04/2012		11/05/2012		11/06/2012		11/07/2012		09/08/2012		13/09/2012		09/10/2012		13/11/2012		12/12/2012		14/01/2013		14/01/2013	
días	27		29		34		30		31		30		29		35		26		35		29		33		368	
Periodo	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md
PICO kWhr	2.900	107	2.725	94	3.827	113	4.474	149	3.681	119	4.266	142	5.369	185	6.010	172	3.060	118	3.433	98	2.139	74	1.767	54	43.651	119
LLANO kWhr	10.616	393	10.621	366	9.321	274	7.928	264	7.430	240	11.489	396	17.547	605	18.284	522	8.247	317	8.505	243	7.921	273	7.858	238	125.767	342
VALLE kWhr	1.421	53	1.518	52	1.723	51	1.462	49	1.597	52	1.603	55	1.614	56	1.865	53	1.299	50	1.542	44	1.319	45	1.380	42	18.343	50
TOTAL	14.937	553	14.864	513	14.871	437	13.864	462	12.708	410	17.358	599	24.530	846	26.159	747	12.606	485	13.480	385	11.379	392	11.005	333	187.761	510

FACTURA 2011	FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		FACT.		ANUAL			
desde	11/01/2011		07/02/2011		10/03/2011		07/04/2011		09/05/2011		07/06/2011		07/07/2011		10/08/2011		13/09/2011		16/10/2011		11/11/2011		09/12/2011		11/01/2011	
Hasta	07/02/2011		10/03/2011		07/04/2011		09/05/2011		07/06/2011		07/07/2011		10/08/2011		13/09/2011		16/10/2011		11/11/2011		09/12/2011		12/01/2012		12/01/2012	
días	27		31		28		32		29		30		34		34		33		26		28		34		366	
Periodo	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md
PICO kWhr	2.831	105	3.083	99	3.419	122	5.046	158	4.386	151	7.106	237	7.646	225	8.691	256	4.325	131	4.463	172	3.282	117	3.635	107	57.913	158
LLANO kWhr	11.677	432	12.407	400	9.218	329	9.581	299	10.085	348	16.949	565	22.480	661	21.209	624	12.406	376	11.825	455	10.277	367	12.021	354	160.135	438
VALLE kWhr	1.471	54	1.774	57	1.557	56	1.821	57	1.647	57	1.907	64	2.226	65	2.105	62	1.356	41	1.848	71	1.458	52	1.776	52	20.946	57
TOTAL	15.979	592	17.264	557	14.194	507	16.448	514	16.118	556	25.962	865	32.352	952	32.005	941	18.087	548	18.136	698	15.017	536	17.432	513	238.994	653
FACTURA 2010	FACT. ENERO		FACT. FEBRERO		FACT. MARZO		FACT. ABRIL		FACT. MAYO		FACT. JUNIO		FACT. JULIO		FACT. AGOSTO		FACT. SEPT		FACT. OCTUBRE		FACT. NOV		FACT. DICIEMBRE		ANUAL	
desde	14/01/2010		09/02/2010		11/03/2010		14/04/2010		17/05/2010		09/06/2010		15/07/2010		16/08/2010		13/09/2010		13/10/2010		10/11/2010		13/12/2010		14/01/2010	
Hasta	09/02/2010		11/03/2010		14/04/2010		17/05/2010		09/06/2010		15/07/2010		16/08/2010		13/09/2010		13/10/2010		10/11/2010		13/12/2010		11/01/2011		11/01/2011	
días	26		30		34		33		23		36		32		28		30		28		33		29		362	
Periodo	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md
PICO kWhr	2.493	92	2.911	94	4.179	149	4.460	139	4.788	165	8.921	297	10.014	295	8.542	251	4.972	151	3.379	130	3.673	131	2.628	91	60.960	167
LLANO kWhr	10.112	375	12.050	389	10.485	374	9.021	282	9.411	325	17.536	585	25.088	738	18.563	546	9.873	299	8.040	309	12.764	456	10.611	366	153.554	420
VALLE kWhr	1.118	41	1.325	43	1.525	54	1.612	50	1.218	42	1.970	66	2.213	65	1.779	52	1.710	52	1.610	62	1.802	64	1.532	53	19.414	53
TOTAL	13.723	508	16.286	525	16.189	578	15.093	472	15.417	532	28.427	948	37.315	1.098	28.884	850	16.555	502	13.029	501	18.239	651	14.771	509	233.928	639
FACTURA 2009	FACT. ENERO		FACT. FEBRERO		FACT. MARZO		FACT. ABRIL		FACT. MAYO		FACT. JUNIO		FACT. JULIO		FACT. AGOSTO		FACT. SEPT		FACT. OCTUBRE		FACT. NOV		FACT. DICIEMBRE		ANUAL	
desde																									09/12/2009	
Hasta																									14/01/2010	
días																									36	
Periodo	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md	CTP	Md
PICO kWhr																									3.604	124
LLANO kWhr																									13.601	469
VALLE kWhr																									1.656	57
TOTAL																									18.861	650

CP: Consumo de energía total del periodo facturado

Md: Media diaria de energía consumida



## **ANEXO 5: CATÁLOGO LÁMPARAS LED**





Adjunto a este proyecto se encuentra el catálogo de lámparas led proporcionado por Ecoled Desarrollos.



## **ANEXO 6: BIBLIOGRAFÍA**



- Iluminación Museística - Parte I, Birgit Walter - 3 de abril, 2009
- Artículo: La iluminación de las obras de arte, Beatriz Hernández Cembellín
- Artículo: Los secretos de la iluminación de Museos, Iluminet7- marzo, 2009
- Manual de conservación preventiva de textiles, Comité Nacional de Conservación Textil
- Código Técnico de la Edificación (CTE), establecido en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Directiva Europea 2002/91 CE
- Manual de iluminación. Phillips. España.
- Catálogos y Folletos de Alumbrado, PHILIPS.
- Nota técnica LED, PHILIPS
- Catálogo: “Ledding 2012”

#### **DIRECCIONES WEB CONSULTADAS:**

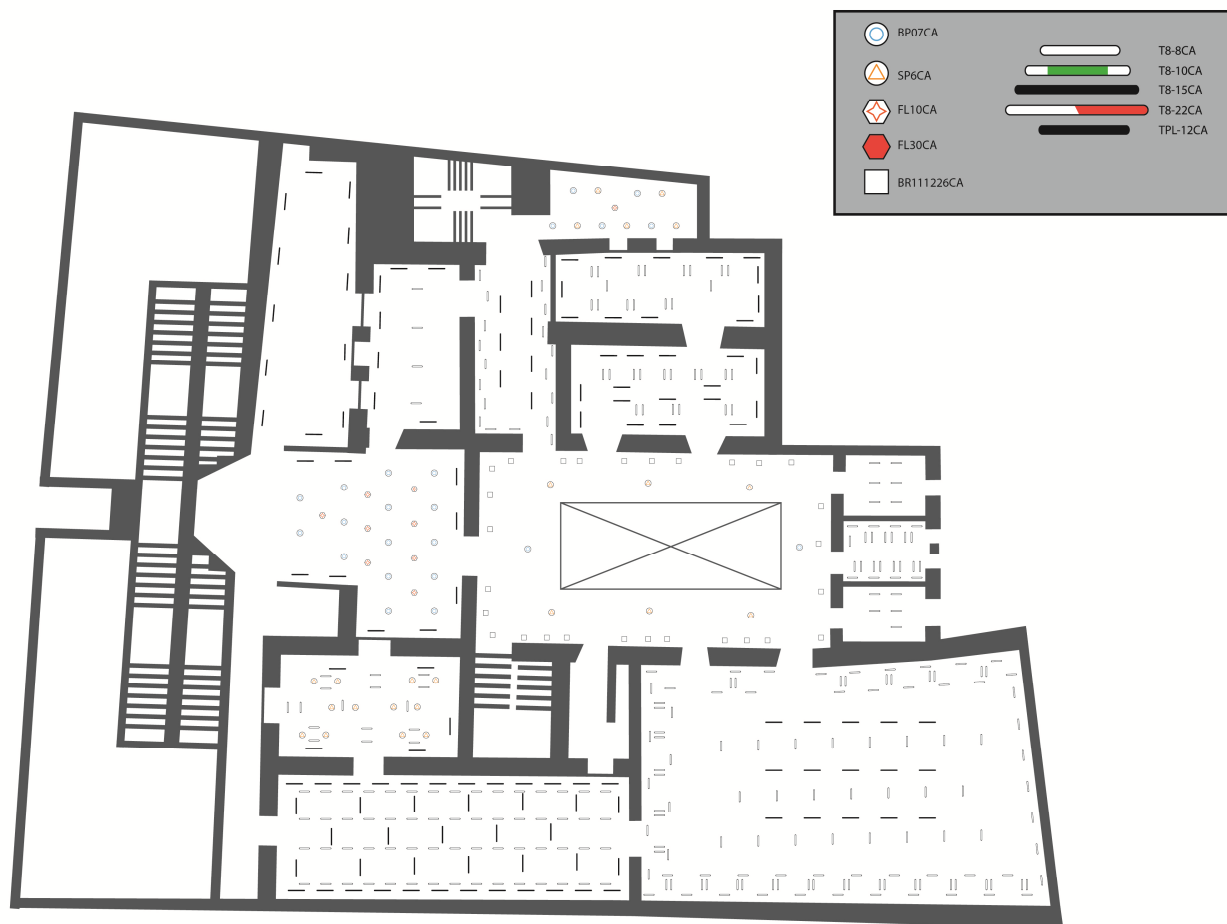
- [www.icom-ce.org](http://www.icom-ce.org) Consejo Internacional de Museos
- [www.boe.es](http://www.boe.es) Boletín oficial del Estado
- [www.museocasalis.org](http://www.museocasalis.org)
- [www.ecoled.es](http://www.ecoled.es)



## CAPÍTULO 2: PLANOS













## **CAPÍTULO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**



## **1. OBJETO DEL CONTRATO DE SUMINISTRO.**

El objeto del presente contrato contempla el suministro de alrededor de 1.200 elementos de iluminación de tecnología LED con las características y cantidades que se detallan en el apartado 2 del presente pliego para la sustitución de los actuales elementos de iluminación basados en tecnologías altamente ineficientes energéticamente y contaminantes con destino a distintas dependencias del Museo Casa Lis de Salamanca por parte de ECOLED DESARROLLOS, empresa de Servicios de Ingeniería cuya actividad se centra en el sector de la Eficiencia Energética y, más concretamente, en el área de la iluminación mediante el uso de tecnología LED.

Las actuaciones se centrarán en el área de la iluminación con tres objetivos fundamentales marcados por la dirección del Museo:

1. Mejora de la Conservación de las Piezas del Museo
2. Mejora de la calidad y cantidad de la iluminación
  - a. De las piezas del Museo
  - b. De las Zonas comunes y exterior
3. Eficiencia energética, Ahorro del consumo eléctrico.

Para tal fin se realizarán una serie de actuaciones y adecuaciones en casi la totalidad del museo, pasando a iluminación Led aproximadamente el 90% de la iluminación, eliminando la mayoría de electrónica (cebadores, balastos & reguladores), y revisando y adecuando las instalaciones eléctricas antiguas.



## 2. CONDICIONES DEL SUMINISTRO.

### 2.1 Alcance del suministro.

Se ha realizado el inventario de todos los elementos luminarios del Museo y de esta forma se ha decidido incluir el suministro de luminarias suficientes que permitan la sustitución en Vitrinas y Zonas de Exposición así como en el resto de dependencias administrativas, incluidos talleres, oficinas y zonas comunes.

El alcance final de esta sustitución afectará a las cantidades recogidas en la memoria del proyecto y que quedan resumidas en la siguiente tabla:

NÚMERO DE ELEMENTOS A SUSTITUIR	
TOTALES PLANTA BAJA	503
TOTALES PLANTA PRIMERA	615
TOTALES PLANTA BAJO CUBIERTA	139
TOTALES MUSEO	1257

Estas cantidades a sustituir deben entenderse como cantidades aproximadas si bien, en función de las necesidades reales, el Museo podrá solicitar un suministro al alza o a la baja de estas cantidades en un + - 15%. Estas variaciones en ningún caso supondrán un incremento del precio máximo ofertado.



## **2.2 Características técnicas.**

Se detallan a continuación las características técnicas, funcionales y estéticas que han de cumplir cada uno de los elementos incluidos en el suministro objeto del contrato.

### **2.2.1. Bombillas Led.**

Destinadas a sustituir bombillas clásicas con tecnología de incandescencia.

#### ***Características técnicas y eléctricas.***

Voltaje: 220 VA

Potencia activa de la bombilla: Se considera la potencia efectiva de la bombilla expresada en vatios. La potencia activa máxima admisible para las bombillas será de 7wattios para proporcionar la intensidad lumínica requerida (350 lm) y se valorará el lograr ésta con una potencia inferior, siendo la mínima valorable de 4wattios.

Factor de potencia: expresado por un valor entre 0 y 1 que se corresponde con la relación entre potencia activa y potencia aparente. Se exige un factor de potencia mínimo de 0,7.

Intensidad lumínica: indicador del flujo luminoso aportado por el elemento expresada en lúmenes. Se exige una intensidad lumínica mínima de 350 lm que proporcione un flujo luminoso equivalente a las lámparas actuales. Adicionalmente, no se admitirán bombillas cuyo flujo luminoso sea superior a 450 lúmenes porque ello supondría un incremento excesivo sobre la situación actual que no sería deseable.

Rendimiento luminoso: indicador que expresa la relación entre el flujo luminoso que presenta el elemento y su potencia activa. Se expresa en lm/w y consecuentemente con los valores anteriores se exige un rendimiento mínimo de 45 lm/w.

Temperatura de color: En el caso de las bombillas led se desea que la luz sea ligeramente cálida por lo que la lámpara ofertada debe encontrarse en el rango de los 2700 K y los 3500 K.

Índice de reproducción cromática (IRC): Es un índice que fluctúa entre 0 y 100 y a efectos de las bombillas led se exige un IRC de 75 como requerimiento mínimo.



Vida útil: Normalmente se calcula en horas de duración y el mínimo exigido para estos elementos se fija en 30.000 horas.

### ***Características físicas y estéticas.***

Dimensión de la bombilla: se pretende la mayor similitud posible a la situación actual.

Tipo de casquillo: Se requiere que el casquillo cumpla con el estándar E27.

Disipador: Se requiere que el disipador de calor de la bombilla sea de aluminio, estriado y de color blanco.

Color del difusor lumínico: Se requiere que el color del difusor lumínico de la bombilla sea de color blanco y tenga una apertura mínima de 120°.

### **2.2.2 Lámparas dicróicas.**

Estas lámparas están destinadas a la sustitución de focos halógenos de 50 W con distintas normas de conexión y distinta estética.

### ***Características técnicas y eléctricas.***

Voltaje: 220 VA

Potencia activa del tubo: La potencia activa máxima permitida por lámpara es de 5Wattios.

Factor de potencia: Se exige un factor de potencia mínimo de 0,7.

Intensidad lumínica: Se exige una intensidad lumínica o flujo luminoso mínimo de mínima de 250 lm y no se admitirán lámparas que proporcionen una intensidad lumínica o flujo luminoso superior a 400 lm.

Rendimiento luminoso: Se exige un rendimiento mínimo de 45 lm/w.



Temperatura de color: Se requiere que la temperatura de color de las lámparas dicróicas se sitúe en el rango de los 2700 K y los 3500 K.

Índice de reproducción cromática (IRC): Se exige un IRC mínimo de 75.

Vida útil: el mínimo exigido para estos elementos se fija en 30.000 horas.

### ***Características físicas y estéticas.***

Dimensión de la lámpara: Se requiere que la dimensión mínima de la lámpara sea de 53mm de altura y 49.5 mm de diámetro.

Tipo de casquillo: Se requiere que el casquillo cumpla con el estándar GU10.Disipador: Se requiere que el disipador de calor de la lámpara sea de aluminio y estriado y de color blanco o gris plata.

Color del difusor lumínico: Se requiere que el difusor lumínico de la bombilla tenga una apertura mínima de 70º.

### **2.2.3. Tubos fluorescentes.**

Estos tubos están destinados a la sustitución de tubos fluorescentes de 18 W, 36 W y 58 W de distintas longitudes y características.

### ***Características técnicas y eléctricas.***

Voltaje: 220 VA.

Potencia activa del tubo: La potencia activa máxima para los fluorescentes LED será de entre 9 y 24watios para proporcionar la intensidad lumínica requerida.

Factor de potencia: Se exige un factor de potencia mínimo de 0,7.

Intensidad lumínica: Se exige una intensidad lumínica de entre 650 lm y 2000 lm según corresponda a la longitud del tubo. No se admitirán tubos que proporcionen una intensidad lumínica o flujo luminoso superior a 2500 lm.



Rendimiento luminoso: Se exige un rendimiento mínimo de 50 lm/w.

Temperatura de color: En el caso de los tubos fluorescentes es necesario que se sitúe en el rango de los 4000 K y los 6000 K.

Índice de reproducción cromática (IRC): Se exige un IRC mínimo de 70.

Vida útil: el mínimo exigido para estos elementos se fija en 30.000 horas.

#### ***Características físicas y estéticas.***

Dimensión del tubo: Se ajustará a los estándares de 600, 1200 y 1500mm de longitud y el diámetro máximo de 30mm.

Tipo de casquillo: Se requiere que el casquillo de los tubos fluorescentes cumplan con el estándar G13.

Disipador: Se requiere que el disipador de calor de la bombilla sea de aluminio y estriado y de color gris o blanco.

Color del difusor lumínico: Se requiere que el color del difusor lumínico del tubo sea traslucido con un grado de apertura de 120º.

#### **2.2.4 Focos LED.**

Estos focos están destinados a la sustitución de los actuales focos halógenos de diversas potencias

#### ***Características técnicas y eléctricas.***

Voltaje: 220 VA

Potencia activa del tubo: La potencia activa permitida por lámpara variará entre los 10w y los 30 Vatios según foco.

Factor de potencia: Se exige un factor de potencia mínimo de 0,75.



Ángulo de apertura mínimo: 120º.

Intensidad lumínica: Se exige un flujo luminoso mínimo de 700 lm y no se admitirán focos que proporcionen un flujo superior a 2600 lm.

Rendimiento luminoso: Se exige un rendimiento mínimo de 45 lm/w.

Temperatura de color: Se requiere que la temperatura de color de los proyectores ofertados se sitúe en el rango de los 3000 K y los 4500 K.

Índice de reproducción cromática (IRC): Se exige un IRC mínimo de 75.

Vida útil: el mínimo exigido para estos elementos se fija en 30.000 horas.

### ***Características físicas y estéticas.***

Dimensión del proyector: Se requiere que la dimensión máxima del foco sea de 150mm x 250mm x 200mm (Alto x Ancho X Largo).

Disipador: Se requiere que el disipador de calor de la lámpara sea de aluminio y de gris.

Color del difusor lumínico: Se requiere que el difusor sea de aluminio.

Estanqueidad del proyector: se requiere que como mínimo cumpla con el estándar IP65.

En el Anexo 5 del presente documento, se adjunta el catálogo de lámparas led con la descripción técnica pertinente de las lámparas utilizadas.



### **2.3 Calidad del suministro.**

La calidad del suministro objeto del presente pliego se acreditará mediante la aportación de las correspondientes certificaciones oficiales que cumplen con los requisitos necesarios, con el fin de que el objeto suministrado cumpla con el estándar de calidad marcado CE.

### **2.4 Garantía**

ECOLED DESARROLLOS, garantiza por dos años a partir de la fecha de compra, el funcionamiento de sus productos contra cualquier defecto de materiales y mano de obra empleados para su fabricación.

En casos de defectos visibles, la reclamación deberá realizarse en un plazo límite de tres meses a partir de la fecha de entrega y siempre antes de su instalación.

Nuestra garantía incluye, reposición o cambio del producto así como los gastos de transporte derivados del cumplimiento de esta garantía.

No asumirá responsabilidad alguna en caso de demora del servicio por causas de fuerza mayor. Para hacer efectiva esta garantía, no podrá exigirse mayores requisitos que ella y la factura de compra.

#### ***Esta garantía no será válida bajo las siguientes condiciones***

1. Cuando esta garantía manifestara claros signos de haber sido alterado en los datos originales consignados en ella.
2. Cuando el uso, cuidado y utilización del producto no haya sido de acuerdo con las instrucciones de instalación y manipulación contenidas en el producto.
3. Cuando el producto haya sido usado fuera de su capacidad, maltratado, golpeado, expuesto a la humedad, mojada por algún líquido o sustancia corrosiva, así como por cualquier otra falla atribuida al consumidor o a la instalación eléctrica.
4. Cuando los daños sean producidos por factores externos como subidas o bajadas de tensión, cortacircuitos, o instalaciones inadecuadas que no respeten los reglamentos y normativas técnicas y de seguridad en vigor. Así como inundaciones, rayos, plagas y otras causas de fuerza mayor.



5. Cuando el producto haya sido desarmado, modificado o reparado por personas no autorizadas por ECOLED DESARROLLOS S.L.

### ***Otras condiciones***

ECOLED DESARROLLOS Se reserva el derecho a estudiar cada producto en reclamación y la instalación del reclamante para verificar el cumplimiento de las condiciones de instalación indicadas en cada producto y en esta Garantía.

ECOLED DESARROLLOS se reserva el derecho de suministro de un modelo similar al producto defectuoso para atender “reclamaciones en garantía”, en caso de que el modelo original hubiera dejado de fabricarse

Ninguna otra garantía versal será reconocida por ECOLED DESARROLLOS.

## **3. CONDICIONES GENERALES**

### ***3.1 Estudio energético***

Los porcentajes ahorro energético, son valores estimados y nunca vinculantes.

### ***3.2 Presupuesto***

No están incluidos en la oferta los medios de anclaje.

La mano de obra presupuestada es aproximada.

La oferta tiene una validez de 30 días a partir de la entrega de la misma al cliente. Transcurrido este periodo los precios del material presupuestado pueden sufrir modificaciones.



## **CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO**



<b><u>PRESUPUESTO</u></b>					
CÓDIGO	UDS.	MEDICIÓN	DETALLE	PRECIO UD	TOTAL
<b>1</b>			<b>CAPÍTULO I: SUMINISTRO E INSTALACIÓN</b>		
01.1	1	139	<b>Ud. de LEDDING-BP07CA</b> , colocación y conexiones.	25,12 €	3.491,68 €
01.2	1	2	<b>Ud. de LEDDING-FL20CA</b> , colocación y conexiones.	122,02 €	244,04 €
01.3	1	359	<b>Ud. de LEDDING-T8-8CA</b> , colocación y conexiones.	24,39 €	8.756,01 €
01.4	1	12	<b>Ud. de LEDDING-T8-22CA</b> , colocación y conexiones.	49,72 €	596,64 €
01.5	1	24	<b>Ud. de LEDDING-BR111226CA</b> , colocación y conexiones.	55,73 €	1.337,52 €
01.6	1	271	<b>Ud. de LEDDING-SP6CA</b> , colocación y conexiones.	23,35 €	6.327,85 €
01.7	1	94	<b>Ud. de LEDDING-T8-10CA</b> , colocación y conexiones.	27,69 €	2.602,86 €
01.8	1	75	<b>Ud. de LEDDING-TPL12CA</b> , colocación y conexiones.	42,77 €	3.207,75 €
01.9	1	126	<b>Ud. de LEDDING-T8-15CA</b> , colocación y conexiones.	37,82 €	4.765,32 €
01.10	1	13	<b>Ud. de LEDDING-FL10CA</b> , colocación y conexiones.	59,65 €	775,45 €
01.11	1	26	<b>Ud. de LEDDING-DLAR1226CA</b> , colocación y conexiones.	82,91 €	2.155,66 €
01.12	1	20	<b>Ud. de LEDDING-FL30CA</b> , colocación y conexiones.	157,64 €	3.152,80 €
01.13	1	20	<b>Regleta de conexión Nylbloc</b> de 12 bornas, 4 mm <sup>2</sup>	2,99 €	59,80 €
01.14	metro	25	<b>Cable unipolar flexible</b> de 750V, 2.5 mm, aislamiento de PVC	0,38 €	9,50 €
			<b>TOTAL CAPÍTULO 1</b>		<b>37.482,88 €</b>



<b>2</b>			<b>CAPÍTULO 2: ESTUDIO ENERGÉTICO</b>		
02.1	1	1	<b>ESTUDIO ENERGÉTICO PREVIO ILUMINACIÓN</b>	500,00 €	500,00 €
02.2	1	1	<b>DTO. POR IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO</b>	-500,00 €	-500,00 €
			<b>TOTAL CAPÍTULO 2</b>		<b>0,00 €</b>
<b>3</b>			<b>CAPÍTULO 3: TRABAJOS AUXILIARES</b>		
03.1	1	1	<b>RETIRADA MATERIAL ANTIGUO</b>	84,12 €	84,12 €
			<b>TOTAL CAPÍTULO 3</b>		<b>84,12 €</b>

Subtotal	37.567,00 €
IVA 21%	7.889,07 €
<b>TOTAL</b>	<b>45.456,07 €</b>

Firmado:

David Alapont Ajo